



**Universidad
Andrés Bello**

UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

**DETERIOROS EN PAVIMENTOS RIGIDOS, SOLUCIONES Y
APLICACIÓN DE UN PLAN ESTRATÉGICO DE CONSERVACIÓN DE LA
RED VIAL EN UN SECTOR DE CALLE SAZIÉ.**

Memoria para optar al
Título de Ingeniero Constructor

JOAQUIN IGNACIO REAL PLA
Profesor Guía: CARLOS ALARCÓN NOVOA

Santiago - Chile
Enero, 2017

DEDICATORIA

A mi madre Amalia Plá Romero y a
mi tío Cesar Plá Romero, que
gracias a su amor y esfuerzos
inagotables hicieron
esto posible.

A mis hermanas y sobrinas por su
amor, amistad, apoyo, y locuras
que alegran mi vida día a día.

A mi padre Joaquín Real Cofré, en
el cielo.

A mi amor y compañera de la vida,
Marisabel Cofré Tapia, por su amor
incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a mi profesor guía, Don Carlos Alarcón Novoa, por apoyarme y orientarme en el proceso de este trabajo de tesis.

A Carmen Paz Muñoz, por ayudarme en los cimientos de este trabajo y por contactarme con mi profesor guía.

A Carlos Gálvez por darse el tiempo de revisar esta tesis.

A Nicolás Moreno Sepúlveda, por su apoyo y dirección durante todo el proceso universitario.

A mis amigos y compañeros que me acompañaron durante el trayecto.

RESUMEN

Las causas de los desperfectos que presenta un pavimento rígido comienzan una vez que ha sido puesto en servicio y es sometido a las diversas solicitaciones que estará expuesto durante su ciclo de vida, muchas fallas que se presentan dependen de otros factores como las condiciones climáticas a las cuales estará sometido, la calidad de los materiales empleados en la construcción, fallas en el proceso constructivo las cuales pueden presentarse a corto o largo plazo, o errores de diseño y especificaciones técnicas del mismo.

Todos estos factores combinados producen una tasa y tipo de deterioro individual que experimentara un pavimento rígido, al principio estos defectos son poco apreciables pero su evolución sigue siempre en forma progresiva hasta alcanzar una degradación rápida en la parte final del período del servicio.

La presente propuesta de trabajo de titulación contempla el estudio de las técnicas utilizadas para la evaluación del estado de pavimentos rígidos de calzadas urbanas en el marco de un programa de conservación de la red vial.

ABSTRACT

The causes of the damage which has a rigid pavement not only begin once it has been commissioned and is subjected to various stresses which are exposed during their life cycle, many faults that occur depend on other factors such as the quality of the materials used in construction, the construction process failures which may occur in the short or long term, or errors of design and technical specifications.

All these factors combined rate and produce a single type of deterioration experienced by a rigid pavement, at first these defects are not very noticeable but always follow their evolution progressively until a rapid degradation in the end of the service period.

This proposal titling work includes the study of the techniques used to evaluate the state of pavements of urban roads as part of a program of conservation of the road network.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN

1.1	Actualidad de las obras públicas.....	2
1.2	Objetivos	5
1.2.1	Objetivos generales.....	5
1.2.2	Objetivos específicos.	5

2. MARCO TEÓRICO

2.1	Pavimentos rígidos	7
2.2	Hormigón, descripción y características	8
2.3	Clasificación del hormigón	9
2.3.1	Clasificación por resistencia a la compresión	9
2.3.2	Clasificación por resistencia a la flexión.	10
2.4	Composición estructural de un pavimento rígido	11
2.4.1	Sub-rasante	12
2.4.2	Sub-base Granular	12
2.4.3	Losa de hormigón.....	12
2.4.4	Juntas	12
2.5	Materiales empleados en la elaboración de pavimentos rígidos	14
2.5.1	Hormigón.....	14
2.5.2	Acero.....	16
2.5.3	Sellantes.....	16
2.5.4	Moldes	17
2.5.5	Desmoldantes	17
2.6	Clasificación de pavimentos rígidos	18
2.6.1	Pavimentos de hormigón simple con juntas espaciadas	19
2.6.2	Pavimentos de hormigón con refuerzo, traspaso de carga y juntas.	21
2.6.3	Pavimentos de hormigón continuamente reforzado.	22
2.6.4	Pavimentos de hormigón armado postensado.	23
2.6.5	Pavimentos ultra delgados de hormigón con fibras.	24
2.7	Proceso constructivo de los pavimentos rígidos.	26
2.8	Distribución de la Red Vial Nacional según tipo de carpeta de rodadura ..	30
2.9	Conservación, rehabilitación y mejoramiento de la red vial	33
2.9.1	Conservación de los pavimentos	33
2.9.2	Rehabilitación o reposición de los pavimentos	35
2.9.3	Mejoramiento de la red vial	36

INDICE

3. INSPECCIÓN DE FALLAS Y DETERIOROS

3.1	Inspección de fallas y deterioros.....	38
3.1.1	Deficiencias del sellado	39
3.1.2	Juntas y grietas saltadas	41
3.1.3	Separación de la junta longitudinal	43
3.1.4	Fisuras y grietas de esquina	45
3.1.5	Fisuras y grietas longitudinales	47
3.1.6	Fisuras y grietas transversales.....	49
3.1.7	Fisuramiento por retracción (tipo malla)	51
3.1.8	Desintegración o pulimento de agregados	53
3.1.9	Baches.....	54
3.1.10	Levantamientos localizado	55
3.1.11	Escalonamiento de juntas y grietas	57
3.1.12	Descenso de la berma	59
3.1.13	Separación entre berma y pavimento	61
3.1.14	Parches o bacheos deteriorados	62
3.1.15	Surgencia de finos o bombeo	64
3.1.16	Textura inadecuada o desprendimientos.....	66
3.1.17	Fragmentación múltiple	68
3.1.18	Cruce ferroviario	69
3.1.19	Desconche de esquinas	70
3.1.20	División de Losas.....	72
3.1.21	Grieta de durabilidad “D”	73
3.1.22	Punzonamiento	75
3.1.23	Deterioros adyacentes a cámaras.....	77

4. ACCIONES DE CONSERVACIÓN Y REHABILITACIÓN

4.1	Técnicas de conservación y rehabilitación en pavimentos rígidos.....	79
4.1.1	Sellado de Juntas y grietas	79
4.1.2	Reparación de espesor completo	83
4.1.3	Reparación de espesor parcial.....	86
4.1.4	Cepillado de la superficie	89
4.1.5	Colocación de barras (Reposición de transferencia de cargas)	91
4.1.6	Nivelación de bermas.....	95
4.1.7	Instalación de drenaje de pavimento.....	97
4.1.8	Estabilizado de losa	99
4.1.9	Construcción de Micropavimento.....	102
4.1.10	Instalación de armadura de satélite de refuerzo.	104
4.2	Técnicas aplicadas a diferentes tipos de fallas.	107

INDICE

5. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO DE PRUEBA

5.1	Descripción de sector de evaluación.....	110
-----	--	-----

6. LEVANTAMIENTO DE DATOS, ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO

6.1	Levantamiento de datos y reparación recomendada.	119
6.2	Análisis de precios unitarios.	129
6.3	Presupuestos simples.....	135

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1	Conclusiones y recomendaciones	138
-----	--------------------------------------	-----

8. BIBLIOGRAFÍA

8.1	Referencias bibliográficas	141
-----	----------------------------------	-----

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Mercado y fiscalización del pavimento	4
Figura 2.1	Losa de hormigón de espesor constante	11
Figura 2.2	Pavimento de hormigón simple, con juntas y sin traspaso de carga.	19
Figura 2.3	Pavimento de hormigón simple, con juntas y traspaso de carga.....	20
Figura 2.4	Pavimento de hormigón reforzado, traspaso de carga y juntas.....	21
Figura 2.5	Pavimentos de hormigón continuamente reforzado.....	22
Figura 2.6	Pavimentos de hormigón armado postensado.....	23
Figura 2.7	Pavimentos ultra delgados de hormigón con fibras	25
Figura 2.8	Factores que influyen en las propiedades del hormigón	28
Figura 2.9	Hormigonado de losas, avance de eje Vicuña Mackenna	29
Figura 3.1	Junta transversal sin sello con crecimiento de vegetación.	39
Figura 3.2	Junta transversal con desintegración en borde de losa..	41
Figura 3.3	Separación de junta longitudinal por falta de barras de amarre..	43
Figura 3.4	Grieta de esquina interceptando juntas transversal y longitudinal.	45
Figura 3.5	Grieta longitudinal extendida en toda la losa.	47
Figura 3.6	Grieta transversal a mitad de losa.....	49
Figura 3.7	Fisuramiento por retracción.....	51
Figura 3.8	Pavimento textura superficial desintegrada.....	53
Figura 3.9	Baches en hormigón.....	54
Figura 3.10	Levantamiento localizado que generó accidente.....	55
Figura 3.11	Escalonamiento entre losas..	57
Figura 3.12	Descenso de la berma.	59
Figura 3.13	Separación entre berma y pavimento	61
Figura 3.14	Parche o bacheo deteriorado.....	62
Figura 3.15	Surgencia o bombeo de agua y finos, en losa fisurada y solicitada.....	64
Figura 3.16	Textura inadecuada o desprendimientos	66
Figura 3.17	Losa fragmentada por múltiples grietas	68
Figura 3.18	Cruce ferroviario.....	69
Figura 3.19	Desconche de esquina	70
Figura 3.20	División de losa	72
Figura 3.21	Grieta de durabilidad “D”	73
Figura 3.22	Punzonamiento.....	75
Figura 3.23	Deterioro adyacente a marco de cámara	77
Figura 4.1	Limpieza de sello y restos de materiales en junta	79
Figura 4.2	Limpieza con escobilla de acero en junta	80
Figura 4.3	Limpieza con soplado de aire comprimido.....	81
Figura 4.4	Colocación de cordón de respaldo	82
Figura 4.5	Sellado de junta.....	82
Figura 4.6	Levantamiento de losa con cadenas de acero conectada a pernos	83
Figura 4.7	Demolición cuidadosa de un pavimento severamente dañado	84
Figura 4.8	Picado de losa para dar rugosidad.....	84
Figura 4.9	Aserrado de losa	86
Figura 4.10	Aplicación de puente de adherencia.....	87
Figura 4.11	Relleno de hormigón de 5 mpa de resistencia	88
Figura 4.12	Cepillado de pavimento con maquinaria de 180 discos	90

INDICE DE FIGURAS

Figura 4.13	Barras de transferencia de carga con tapas de expansión	91
Figura 4.14	Ejecución de corte de ranuras con cortadora de pavimento	92
Figura 4.15	Remoción de hormigón realizado con martillo neumático.....	93
Figura 4.16	Arenado de las ranuras con chorro de arena a presión	93
Figura 4.17	Colocación de tablero compresible de poliestireno en grieta	94
Figura 4.18	Colocación de mortero de alta resistencia en ranura	94
Figura 4.19	Dren de pavimento.....	98
Figura 4.20	Tubería de descarga conectada a dren de pavimento	98
Figura 4.21	Perforación de losa donde se ubicará boquilla de inyección	99
Figura 4.22	Viga benkleman en punto de inyección, apoyada en losa	100
Figura 4.23	Inyección de lechada bajo la losa.....	101
Figura 4.24	Instalación de tapón de madera, al retirar boquilla de inyección	101
Figura 4.25	Construcción de Micropavimento por medio de pavimentadora	103
Figura 4.26	Corte de pavimento en cuadrículas para facilitar demolición	104
Figura 4.27	Colocación de marco, protección de cámara y nivelación	105
Figura 4.28	Colocación de armadura satélite de refuerzo	105
Figura 4.29	Hormigonado y vibrado de refuerzo de cámara.....	106
Figura 4.30	Detalle de armadura satélite de refuerzo	106
Figura 5.1	Esquema real del estado actual de la Avenida Sazie	112
Figura 5.2	Esquema real del estado actual de la Avenida Sazie, tramos 1 y 2.....	113
Figura 5.3	Esquema real del estado actual de la Avenida Sazie, tramos 3 y 4.....	114
Figura 5.4	Esquema real del estado actual de la Avenida Sazie, tramos 5 y 6.....	115
Figura 5.5	Avenida Sazie, dirección poniente.....	116
Figura 5.6	Avenida Sazie, dirección oriente.	116
Figura 5.7	Avenida Sazie, deterioro de textura inadecuada.	117
Figura 5.8	Avenida Sazie, Parches mal ejecutados y deteriorados..	117
Figura 6.1	Ejemplo de reparación de espesor completo en junta	128
Figura 7.1	Trabajos de conservación de pavimento rígido, tramo 1 y 2.	138
Figura 7.2	Trabajos de conservación de pavimento rígido, tramo 3 y 4	138
Figura 7.3	Trabajos de conservación de pavimento rígido, tramo 5 y 6.	139

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Clasificación de los hormigones por resistencia a la compresión	9
Tabla 2.2	Clasificación de los hormigones por resistencia a la flexotracción	10
Tabla 2.3	Longitud de caminos red vial nacional, según región y tipo de carpeta ..	31
Tabla 2.4	Longitud de caminos red vial nacional, según región, no pavimentada ..	31
Tabla 2.5	Total de longitud de caminos, según region y tipo de carpeta	32
Tabla 3.1	Niveles de severidad para escalonamiento	58
Tabla 3.2	Niveles de severidad para desconche de esquinas	71
Tabla 3.3	Niveles de severidad para división de losas	72
Tabla 3.4	Niveles de severidad para punzonamiento	76
Tabla 4.1	Técnicas aplicadas a diferentes tipos de fallas	107
Tabla 6.1.1	Levantamiento de datos, tramo 1.	120
Tabla 6.1.2	Levantamiento de datos, tramo 2.	121
Tabla 6.1.3	Levantamiento de datos, tramo 3.	122
Tabla 6.1.4	Levantamiento de datos, tramo 4.	123
Tabla 6.1.5	Levantamiento de datos, tramo 5.	124
Tabla 6.1.6	Levantamiento de datos, tramo 6.	125
Tabla 6.2.1	A.P.U de partida de demolición.	129
Tabla 6.2.2	A.P.U de partida de retiro de soleras.	129
Tabla 6.2.3	A.P.U de partida de reposición de base	129
Tabla 6.2.4	A.P.U de partida de compactación de base.	130
Tabla 6.2.5	A.P.U de partida de reparación de espesor completo.	130
Tabla 6.2.6	A.P.U de partida de espesor parcial.	130
Tabla 6.2.7	A.P.U de partida de construcción de micropavimento.	131
Tabla 6.2.8	A.P.U de partida de armadura satélite	131
Tabla 6.2.9	A.P.U de partida de corte de pavimento	131
Tabla 6.2.10	A.P.U de partida de limpieza de juntas.	132
Tabla 6.2.11	A.P.U de partida de sellado de juntas (Arena-Asfalto).	132
Tabla 6.2.12	A.P.U de partida de sellado de juntas (Sikaflex 1A)	132
Tabla 6.2.13	A.P.U de partida de reposición de soleras	133
Tabla 6.2.14	A.P.U de partida de retiro de escombros.	133
Tabla 6.2.15	A.P.U de partida de otros gastos	133
Tabla 6.2.16	A.P.U de partida de reemplazo de losas.	134
Tabla 6.3.1	Presupuesto de conservación	135
Tabla 6.3.2	Presupuesto de reemplazo de losas dañadas	136

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1	Distribución de la red vial nacional según tipo de carpeta	30
Gráfico 2.2	Índice de serviciabilidad de un pavimento con acción correctiva	33

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Actualidad de las obras públicas

Con el pasar de los años, todo material o elemento va perdiendo sus propiedades, ya sea por las condiciones climáticas, a las solicitaciones a las cuales es sometido en su ciclo de vida, o las técnicas y materiales con los cuales fue construido, los pavimentos no son la excepción, al contrario, están constantemente sometidos a distintos tipos de solicitaciones y condiciones climáticas por lo cual su ciclo de vida es inferior a otro tipo de obras de construcción como la edificación.

Cada año es necesario conservar y mantener una gran cantidad de kilómetros en carreteras y caminos en el país y muchas veces los recursos que se destinan para su sostenimiento se invierten en soluciones que resultan tener una muy corta duración que obligan, en el corto y mediano plazo, a tener que repetir sistemáticamente estas operaciones, por lo cual es necesario la existencia de una entidad reguladora cuyo propósito sea el de conservar, rehabilitar e incluso mejorar estas obras.

En Chile, el mercado del pavimento está dividido por las rutas interurbanas (controlado y fiscalizado por el Ministerio de Obras Públicas) y urbanas (controlado y fiscalizado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, a excepción de la comuna de Santiago, que es fiscalizada por la misma municipalidad), siendo estos muy parecidos entre sí, si bien el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, a través del Serviu, y las municipalidades tienen gran parte de las vías urbanas bajo su tuición, existen los denominados “caminos públicos” que corresponden a calles o avenidas urbanas que son administradas por la dirección de vialidad del Ministerio de Obras Públicas. (Fuente: Dirección de Vialidad, sección de Preguntas Frecuentes).

Los caminos públicos, solo se consideran como tales para los efectos de lo dispuesto en la “Legislación sobre caminos públicos” sin que por ello pierdan sus características de vías urbanas, sujetas a la disposiciones de la Ley general de Urbanismo y Construcción, su ordenanza, Plan regulador Metropolitano, comunal y/o seccional, según corresponda. (Fuente: Decreto Supremo N° 729 de agosto de 2008)

El Ministerio de Obras Públicas (MOP) es la entidad encargada de los pavimentos interurbanos y caminos públicos, esta se define formalmente como la secretaría de Gobierno que está a cargo de planear, estudiar, proyectar, construir, ampliar, reparar, conservar y explotar la infraestructura pública de carácter fiscal, que esté bajo su tuición, a lo largo del país. Para realizar esto, ejecuta su labor a través de una Subsecretaria, la Dirección General de Aguas y la Dirección General de Obras Públicas.

La Dirección General de Obras Públicas comprende a seis unidades ejecutoras entre las que se encuentra la Dirección de Vialidad, con dependencia de la dirección de Don Miguel Ángel Carvacho Zapata, Ingeniero Civil de la Universidad de Chile, desde Abril del año 2015.

La Dirección de Vialidad tiene por misión mejorar la conectividad entre chilenos, y entre Chile y extranjeros, por medio de la planificación, proyección, construcción y conservación de la infraestructura vial necesaria que le permita mantener los estándares de calidad y seguridad de los caminos por más tiempo, a un costo directo inicial razonable y, como valor agregado, contar con los beneficios en términos de durabilidad que provee el hecho de que la capa de rodado sea de hormigón, todo esto con el propósito de beneficiar el desarrollo del país.

El Ministerio de Vivienda y urbanismo (Minvu) es la entidad encargada de los pavimentos urbanos, (a excepción de la comuna de Santiago, cuya municipalidad se encarga de la fiscalización de los pavimentos de su comuna) esta se define formalmente como la secretaría de gobierno encargada de posibilitar el acceso a soluciones habitacionales de calidad y contribuir al desarrollo de barrios, ciudades equitativas, integradas y sustentables, todo ello bajo criterios de descentralización, participación y desarrollo, con el propósito que las personas, familias y comunidades, mejoren su calidad de vida y aumenten su bienestar.

El Servicio de vivienda y urbanización (Serviu) es la encargada de materializar los planes y programas derivados de la política habitacional de integración social, aprobados por el MINVU, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de los hombres,

mujeres y sus familias, respetando la diversidad y considerando sus requerimientos ciudadanos: asegurando viviendas de mejor calidad, que favorezcan la integración social y la reducción de inequidades, mejorando el entorno barrial, fortaleciendo la participación ciudadana e impulsando ciudades integradas social y territorialmente, competitivas y sustentables, siendo la Subdirección de Pavimentación y Obras Viales la encargada de fiscalizar las obras de pavimentación y aguas lluvias.

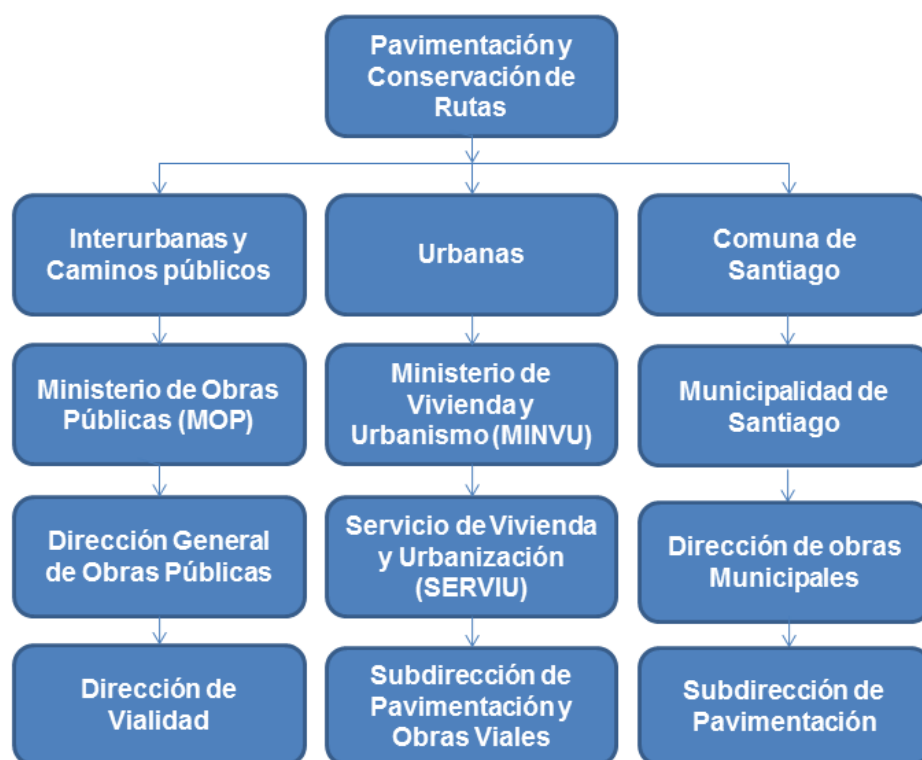


Figura 1.1

Mercado Y fiscalización del pavimento

[FUENTE: RESUMEN ELABORADO A PARTIR DE ORGANIGRAMAS MOP, MINVU

Y MUNICIPALIDAD DE SANTIAGO]

En esta tesis se estudiará la composición de los pavimentos rígidos, los distintos tipos de deterioros que los afectan, y sus distintas soluciones, presentando así un plan piloto que cuenta con el diagnóstico de una sección de una avenida ubicada en la ciudad de Santiago, y una comparación de presupuestos simples de diversos métodos de conservación de la misma.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos generales.

Aplicar criterios de conservación de pavimentos rígidos identificando los tipos de deterioros y optimizando la alternativa de solución en un plan piloto aplicado a un sector de calle Sazie.

1.2.2 Objetivos específicos.

- Identificar los tipos y causas de deterioros que se producen en los pavimentos rígidos.
- Describir las acciones de conservación y rehabilitación que se encuentran disponibles en pavimentos rígidos.
- Recomendar una alternativa de corrección correspondiente fundamentada en términos técnicos.
- Realizar comparación entre presupuestos de conservación específica de deterioros y reemplazo de losas del sector.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Pavimentos rígidos

Se denomina Pavimento Rígido a aquellos en los que la losa de hormigón de cemento Portland (C.C.P) es el principal componente estructural, la cual alivia la tensión a las capas subyacentes por medio de su elevada resistencia a la flexión.

(Fuente: Código de normas y especificaciones técnicas de obras de pavimentación - 1994)

Para realizar un buen mantenimiento de un pavimento rígido, primero se necesita realizar un estudio profundo acerca de las características del mismo, del estado en que se encuentra, de las causas de los deterioros ocurridos, del tipo de técnica que se utilizará para iniciar la reparación, y una evaluación de soluciones que minimicen los costos y maximicen las utilidades, para lo que se debe reconocer la severidad de los daños que se encuentran en el mismo con el fin de determinar la acción correctiva a utilizar en el proyecto.

2.2 Hormigón, descripción y características

El hormigón es un material compuesto, ocupado en la construcción, formado esencialmente por un aglomerante, generalmente cemento portland, al que se le agregan áridos, agua y aditivos específicos según los requerimientos y necesidades de trabajabilidad en obra.

El hormigón convencional, normalmente usado en pavimentos, edificios y otras estructuras tiene una densidad que varía desde los 2200 kg / m³ hasta los 2500 kg / m³, esta densidad varía dependiendo de diversos factores como la cantidad y densidad de los agregados, cantidad de agua, cemento y aire atrapado en el mismo.

La principal característica del hormigón es que resiste muy bien los esfuerzos a compresión, pero no tiene buen comportamiento frente a otros esfuerzos como tracción, flexión o cortante.

Los hormigones de pavimentos se clasifican principalmente según la NCh 170, por su resistencia a la flexotracción, medidas en vigas normalizadas y ensayadas a 28 días de acuerdo a la Norma Chilena 1017 y están diseñados para ser usados principalmente en, carreteras, calles, pasajes, pavimentos industriales, estacionamientos, entre otros.

Entre sus características se encuentran:

- Resistencias que varían desde un grado HF3 a HF6 es decir desde 30 Kgf / cm² (3,0 Mpa) a 60 Kgf / cm² (6,0 Mpa) de resistencia a la flexotracción.
- Pueden tener tamaños máximos de áridos de 40 mm o de 20 mm.
- El nivel de confianza con que se trabajan estos hormigones es de 80% y 90%.
- De acuerdo a las condiciones de colocación de la obra, el asentamiento de cono puede variar entre 2 y 15 cm, además pueden ser bombeables.
- Para el caso de pavimentos industriales, el asentamiento de cono entre 6 y 15 cm y además pueden ser bombeables.

(Fuente: Ficha de Hormigones de Pavimento: Readymix)

2.3 Clasificación del hormigón

El hormigón se clasifica en grados ya sea respecto a la resistencia a la compresión o a flexo tracción.

2.3.1 Clasificación por resistencia a la compresión

El hormigón se clasifica con respecto a resistencia especificada a compresión, f_c , medidas en probetas cilíndricas de 150 mm de diámetro y 300 mm de altura, de acuerdo a la normas Nch1017 y Nch1037, a la edad de 28 días, como se indica en la siguiente tabla.

Tabla N° 2.1

Clasificación de los hormigones por resistencia a la compresión

Grado	Resistencia especificada, f'_c
	MPa
G05	5
G10	10
G15	15
G20	20
G25	25
G30	30
G35	35
G40	40
G45	45
G50	50
G55	55
G60	60

[FUENTE: Norma Chilena 170 – 2016]

Si no se dispone de probetas cilíndricas, el proyectista puede autorizar el uso de probetas cúbicas, indicando el factor de conversión.

2.3.2 Clasificación por resistencia a la flexión.

El hormigón se clasifica con respecto a su resistencia especificada a flexión, f_t , medida a probetas prismáticas de $d = 150$ mm de acuerdo a la NCh1017, y ensayadas aplicando cargas $P/2$ en los límites del tercio central de la luz de ensayo, de acuerdo con la norma NCh 1038, a la edad de 28 días, como se indica en la siguiente tabla.

Tabla N° 2.2

Clasificación de los hormigones por resistencia a la flexión

Grados de flexión	Resistencia especificada, f_t
	MPa
HF 3,0	3,0
HF 3,5	3,5
HF 4,0	4,0
HF 4,5	4,5
HF 5,0	5,0
HF 5,5	5,5
HF 6,0	6,0

[FUENTE: Norma Chilena 170 – 2016]

Para el caso de pavimentos, los hormigones se clasifican principalmente por su resistencia a la flexión, ya que estos se encuentran sometidos al tránsito vehicular, y someten al pavimento a estas solicitaciones.

2.4 Composición estructural de un pavimento rígido

Los pavimentos de hormigón o pavimentos rígidos, utilizan como superficie de rodado a una capa de hormigón, simple o armado, para uso del tránsito vehicular, la cual se encuentra apoyada sobre una base granular.

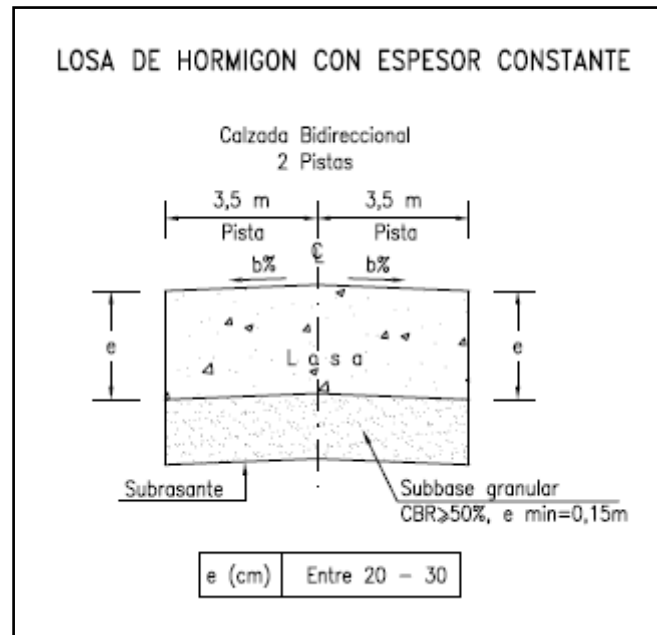


Figura 2.1

Losa de hormigón de espesor constante

[FUENTE: MANUAL DE CARRETERAS – 2015 – VOLUMEN IV - PLANOS DE OBRAS TIPO]

En su endurecimiento inicial, el hormigón presenta deformaciones de acortamiento durante su operación, por lo cual debe ser dimensionado en secciones de un largo máximo para establecer lo que se denomina una "losa de hormigón", estas separaciones de losas deben ser protegidas de las condiciones climáticas que puedan afectar a la base granular, y a la vez mantener la uniformidad en la serviciabilidad del camino, por lo cual se ejecutan las denominadas juntas de pavimentos, las cuales permiten controlar las deformaciones iniciales y las tensiones asociadas por alabeo y cargas.

En la composición de un pavimento rígido encontramos:

2.4.1 Sub-rasante

Es el soporte natural, gradado y compactado, en el cual se puede construir un pavimento, debe soportar los esfuerzos que le son transmitidos por el pavimento.

2.4.2 Sub-base Granular

Superficie de suelo preparada ubicada bajo la losa de Hormigón, compuesta de materiales cribados o trituración parcial, cuya función es entregar un cimiento uniforme y permeable con el fin de que entregue una capacidad de drenaje al pavimento.

2.4.3 Losa de hormigón

Está elaborada por una combinación de elementos (cemento, agua, árido grueso, árido fino y aditivos que pueden ser opcionales o por necesidad de proceso constructivo). En pavimentos rígidos, esta losa de hormigón corresponde a la carpeta de rodado y se encuentra posicionada sobre una Sub-Base Granular o directamente sobre la Sub-rasante, es auto resistente y transmite directamente los esfuerzos en una forma minimizada ya que la carga existente sobre ellos, se distribuye uniformemente a través de toda la losa.

2.4.4 Juntas

Consiste en una separación física entre el hormigón, en un pavimento rígido existen distintos tipos de juntas, dependiendo de cada circunstancia:

- **Juntas transversales de construcción:** Esta se ejecuta al culminar el trabajo diario o por la detención del proceso de avance de la pavimentadora por un tiempo mayor al que permite el revibrado del hormigón fresco. Esta junta requiere la colocación de barras de traspaso y se recomienda hacer coincidir esta junta con las juntas de contracción de pistas adyacentes.

- **Juntas transversales de contracción:** Junta preformada o aserrada en el hormigón que crea un plano de debilidad en la losa, con el fin de regular la ubicación de las grietas resultantes, se construyen a la distancia y dirección que especifique el diseño del proyecto.
- **Juntas transversales de expansión o dilatación:** Estas se construyen en diversas circunstancias, ya sea en la unión de un pavimento nuevo con uno antiguo, en cruces de pavimentos, en cambios de espesores o anchos, empalmes con losas armadas o con obras de arte. Estas juntas requieren del uso de barras de transferencia de carga de 22 mm de diámetro, 40 cm de longitud y a 30 cm de distancia entre ellas, perforando el pavimento endurecido para introducir las barras a mitad de longitud, esta junta debe ser de al menos de 2 cm de separación entre pavimento antiguo y pavimento nuevo y debe ser sellada para evitar el deterioro de la misma.
- **Juntas longitudinales:** Esta junta divide la calzada en 2 o más fajas paralelas, y nace de la colocación del hormigón en dos calzadas consecutivas, o por medio del aserrado en caso de que se construyan varias pistas a la vez. Estas juntas requieren de barras de amarre, las cuales se insertan lateralmente si el pavimento se construye por pistas individuales, o quedan embutidas en el hormigón en la posición correcta si se construyen varias pistas a la vez, para posteriormente realizar el aserrado correspondiente. La longitud de estas juntas corresponde a la longitud de la losa, cuya distancia recomendada es de 4,0 m.

2.5 Materiales empleados en la elaboración de pavimentos rígidos

Esta sección se refiere a los materiales utilizados para la construcción de pavimentos de hormigón de cemento hidráulico sobre una superficie previamente preparada, el manual de carreteras entrega las siguientes especificaciones de materiales utilizados para la confección del hormigón:

2.5.1 Hormigón

Cemento hidráulico

Existen de varios tipos, fundamentalmente se emplean aquellos denominados cementos especiales y cementos de alta resistencia, los cuales deben cumplir con lo dispuesto en la NCh0148.

Áridos

Pueden ser naturales o artificiales con el fin de lograr algunas propiedades especiales en el hormigón (como por ej., arcilla expandida, perlita, etc.), siendo los naturales los de uso más generalizado, los cuales se clasifican en áridos finos (< 5 mm) y áridos gruesos (5 a 40 mm).

Los áridos naturales pueden ser de canto rodado o de canto chancado, deben cumplir con los requisitos respecto al índice de trituración total, correspondiente a 4% para las arenas y 20% para los áridos grueso.

El contratista debe asegurar la calidad y homogeneidad de los áridos en su producción.

Los áridos deben también cumplir con los siguientes requisitos.

Árido Grueso

- Tamaño máximo absoluto del material será entre 40mm o 50mm.
- Desgaste de los ángeles, máximo 35%.
- Porcentaje que pasa tamiz 0,08 mm (ASTM N° 200) máximo 0,5 % en peso.
- Porcentaje de partículas chancadas: Mínimo 50%.

Árido Fino

El porcentaje que pasa por el tamiz 0,08 mm (ASTM N° 200) será máximo 2% en peso.

Agua: El agua a utilizar para la confección de hormigones debe estar limpia, libre de sustancias perjudiciales y no debe almacenarse por períodos muy largos para evitar la aparición de microorganismos, de acuerdo a la Norma NCh 1498.Of.1982.

Aditivos: Son aquellos elementos que reaccionan químicamente con la mezcla del hormigón. Se agregan al hormigón fresco en proporciones menores (1 a 2% en peso) para modificar alguna de sus propiedades físicas o mecánicas tanto en estado fresco como endurecido.

Algunos tipos de aditivos son: Aceleradores o retardadores de fraguado, plastificantes, aceleradores de endurecimiento, expansores, impermeabilizantes, superplastificantes, etc. Su uso y dosificación se realiza de acuerdo a las indicaciones del proveedor, siendo muy recomendable hacer hormigones de prueba con los mismos.

Los aditivos deben cumplir la Norma NCh 2182.Of.1995 y ser controlados por la Norma Nch 2281.

Adiciones: Son aquellos materiales que se agregan al hormigón fresco en proporciones importantes para modificar algunas propiedades físicas o mecánicas del hormigón una vez endurecido.

Algunos tipos de adiciones son: Poliestireno expandido (para obtener densidades menores), Escorias metálicas (para obtener densidades mayores), Fibras (mejorar comportamiento a la flexotracción), colorantes y otros.

Al igual que los aditivos, es recomendable realizar hormigones de prueba, ya que la dosificación de estos materiales dependerá de los resultados de estas.

2.5.2 Acero

Se colocarán barras de acero lisas o con resalte en las juntas, dependiendo del tipo de esta y de la especificación del proyecto, el acero a utilizar debe ser de grado A63-42H o A44-28H, lo que implica una resistencia a la rotura a los 630 mpa y 440 mpa respectivamente, y límites de fluencia de 420 mpa y 280 mpa respectivamente. Si el proyecto no lo precisa, se entenderá que se trata de acero tipo A63-42H.

2.5.3 Sellantes

Son compuestos elásticos y adhesivos que son capaces de sellar efectivamente las infiltraciones de humedad y materia extraña en las juntas de hormigón sometidas a ciclos de contracción y dilatación.

Los sellantes para juntas deben cumplir con siguientes especificaciones individuales, dependiendo del tipo de sellante a utilizar, ya sea de aplicación en frío, elastomérico aplicado en caliente, elástico aplicado en caliente o de aplicación en caliente.

2.5.4 Moldes

Los moldes deben ser lo suficientemente rígidos para resistir las vibraciones provocadas por los equipos de esparcido, compactación y terminación, por lo que deben ser fabricados en planchas de acero de un espesor mínimo de 6mm, y de no menos de 3 m de longitud, deberán ser rectos sin torceduras, abolladuras u otros defectos.

Para curvas de radio inferior a 30 m, se pueden usar moldes flexibles, siempre que sean de un diseño aceptado por el inspector fiscal.

2.5.5 Desmoldantes

Deben consistir en un aceite mineral u otro compuesto aprobado, que no manche al hormigón y no impida la adherencia futura de este con otro pavimento de hormigón. Se aplicará en superficies totalmente limpias cada vez que se utilicen los moldes en la faena.

2.6 Clasificación de pavimentos rígidos

Los pavimentos de hormigón pueden ser utilizados de diversas formas, dependiendo de las circunstancias individuales en las que someterá al pavimento rígido en cada proyecto, la alternativa más eficiente dependerá principalmente de factores como la carga a la que será sometida y el costo del mismo.

Los tipos de pavimentos de hormigón se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Pavimentos de hormigón simple con juntas espaciadas:
 - Sin elementos de traspaso de carga.
 - Con elementos de traspaso de carga.
- Pavimentos de hormigón con malla de refuerzo, elementos de traspaso de carga y juntas espaciadas.
- Pavimentos de hormigón continuamente reforzado.
- Pavimentos de hormigón armado postensado.
- Pavimentos ultra delgados de hormigón con fibras

2.6.1 Pavimentos de hormigón simple con juntas espaciadas

Sin elementos de traspaso de carga

Estos son los pavimentos más comunes en Chile, especialmente en proyectos urbanos, corresponden a pavimentos en el que se han materializado juntas de contracción transversales que dividen los pavimentos en losas, con el fin de evitar fisuraciones producto del alabeo térmico de la losa y/o retracciones del hormigón.

Estas juntas se construyen de manera perpendicular al eje del pavimento, a una distancia de 4 m entre juntas, con una tolerancia de ± 50 mm, y deben coincidir con las juntas de contracción transversales de otras pistas adyacentes.

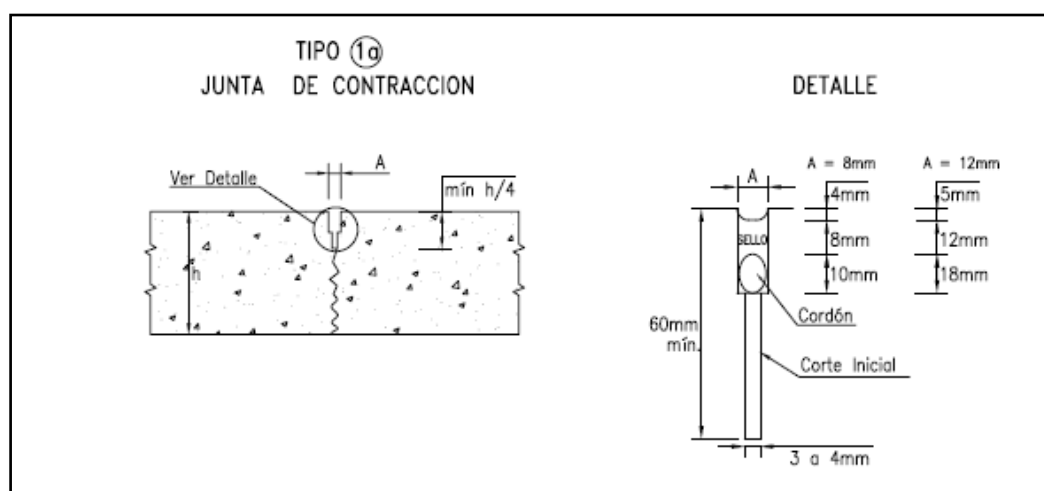


Figura 2.2

Pavimento de hormigón simple, con juntas y sin elementos de traspaso de carga.

[FUENTE: MANUAL DE CARRETERAS – 2015 – VOLUMEN 4 – PLANO DE OBRAS TIPO]

Como se visualiza en el detalle, este tipo de juntas no utilizan dispositivos de transferencia de carga entre losas, se materializan por medio de cortadoras mecánicas mediante el aserrado de una hendidura en el pavimento utilizando discos de diamante para hormigón. El aserrado de estas juntas se realizará con un ancho de hendidura de 3 o 4 mm, con una profundidad mínima de un cuarto del espesor del pavimento, pero en ningún caso debe ser inferior a 60 mm, al terminar el aserrado inicial de la junta, se debe proteger la misma de la introducción de materiales extraños, por lo que se debe

introducir en la hendidura un cordón el cual será retirado oportunamente al proceder con la formación de la caja que recibirá el material sellante.

Con elementos de traspaso de carga

A estos pavimentos, se les ha agregado un dispositivo de transmisión de carga entre losas contiguas, con el fin de restringir los movimientos verticales entre losas, sin afectar los ajustes horizontales por contracción y dilatación. Estos dispositivos corresponden a barras de acero de grado A63-42H o A44-28H de sección circular, lisa, de 32 mm de diámetro, 460 mm de longitud y espaciada a cada 300 mm entre sí.

Estas barras deben colocarse a una profundidad igual a la mitad del espesor del pavimento, perfectamente alineadas en el sentido longitudinal del camino.

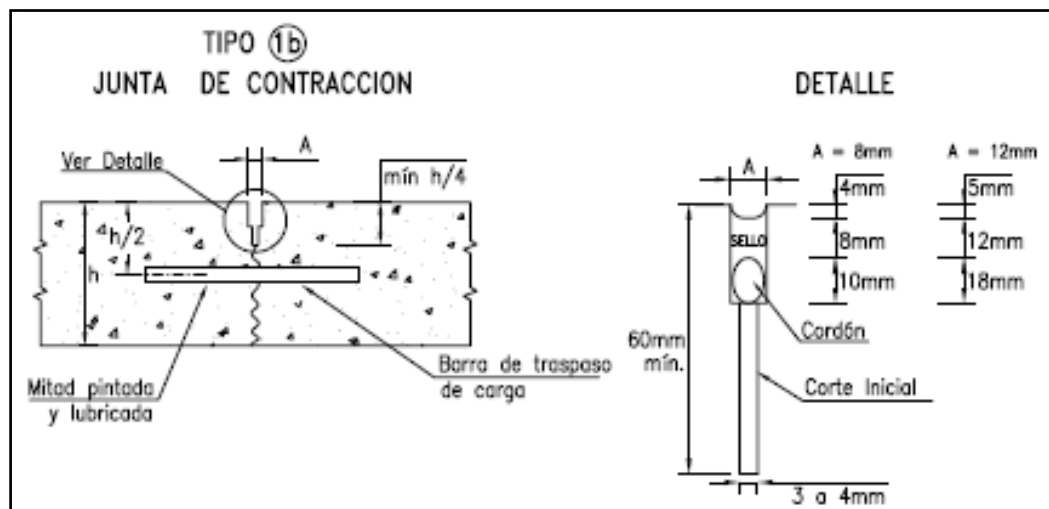


Figura 2.3

Pavimento de hormigón simple, con juntas y con elementos de traspaso de carga.

[FUENTE: MANUAL DE CARRETERAS – 2015 – VOLUMEN 4 – PLANO DE OBRAS TIPO]

Con el fin de permitir los ajustes horizontales de contracción y dilatación, estas barras de acero que quedaran expuesta al hormigón fresco, serán tratadas con materiales que impiden la adherencia de la misma al hormigón, ya sea con la utilización de grasas o camisas de material antiadherente.

2.6.2 Pavimentos de hormigón con refuerzo, traspaso de carga y juntas.

Estos pavimentos utilizan mallas de acero con el fin de mantener al mínimo la abertura de las grietas en la losa, estas losas se construyen con separaciones de juntas mayores a los pavimentos tradicionales, por lo cual es probable que en la losa se produzcan fisuras transversales las cuales permanecen cerradas a causa del acero de refuerzo, utilizan barras de transferencia de carga y barras estriadas de amarre en losas contiguas, todo con el objetivo de lograr obtener longitudes de losa mayores con distancia entre juntas transversales de hasta 15 m.

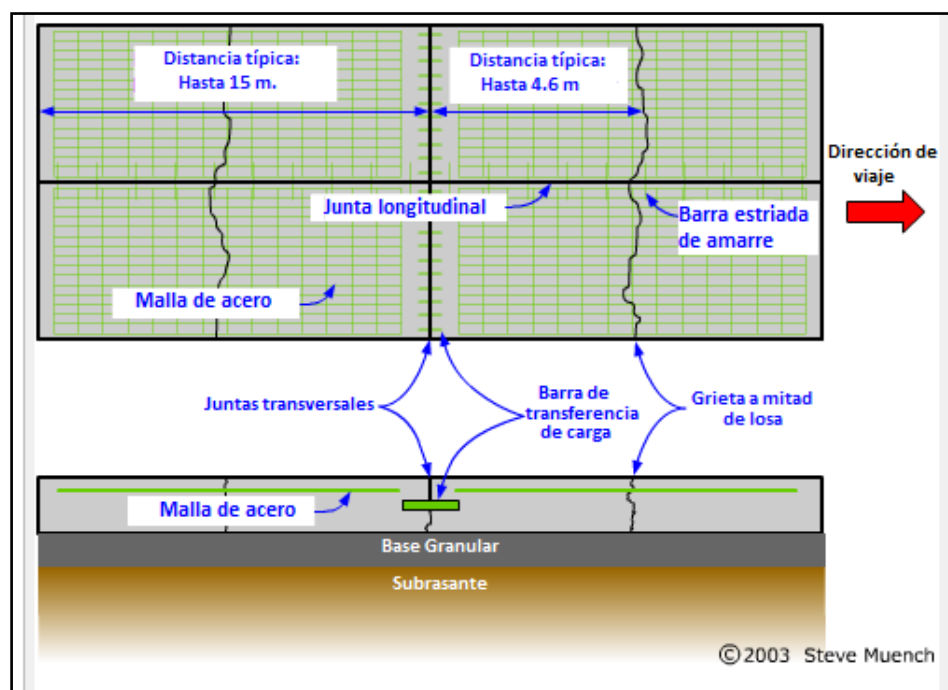


Figura 2.4

Pavimentos de hormigón con malla de refuerzo, traspaso de carga y juntas espaciadas.

[FUENTE: <http://www.pavementinteractive.org/article/jointed-reinforced-concrete-pavement/>]

La armadura de refuerzo debe ser extendida a mitad de espesor de profundidad, asegurándola con el uso de soportes o introduciendo la malla a la profundidad requerida en el hormigón fresco. Se utilizan empalmes de 300 mm de longitud mínima para unir las secciones de mallas.

2.6.3 Pavimentos de hormigón continuamente reforzado.

Estos pavimentos no requieren de la construcción de juntas transversales, se permite la formación de grietas en ellos, pero el ancho de estas es mantenido al mínimo gracias al uso de barras de acero de refuerzo, por lo que estas grietas no causan deterioros en la integridad estructural del pavimento. El resultado es una carpeta de superficie continua y pareja, capaz de soportar a las cargas de tráfico más intensas y a las condiciones ambientales más adversas.

Debido a su gran ciclo de vida, durabilidad, y su necesidad de trabajos de mantenimientos mínimos, este tipo de pavimentos es el mejor evaluado a largo plazo por sobre todos los otros tipos de pavimentos.

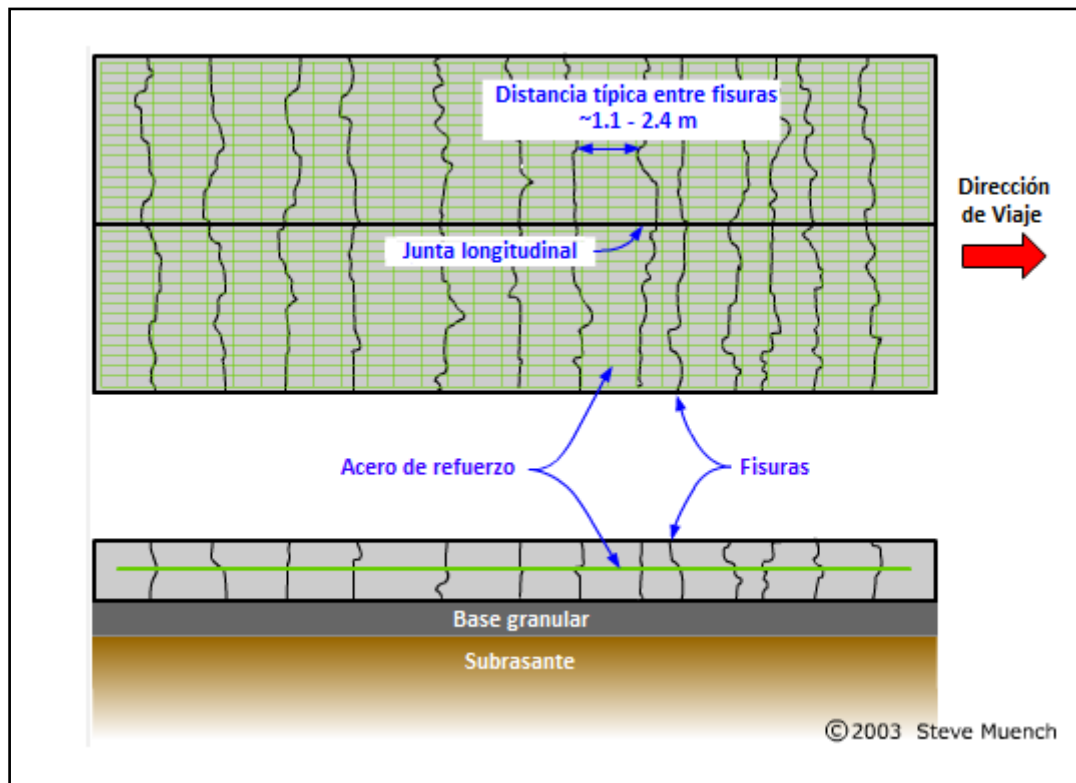


Figura 2.5
Pavimentos de hormigón continuamente reforzado.

[FUENTE: <http://www.pavementinteractive.org/article/continuously-reinforced-concrete-pavement/>]

2.6.4 Pavimentos de hormigón armado postensado.

Este tipo de pavimentos consiste en comprimir el hormigón, utilizando cables de acero forrados de 12 mm colocados dentro del hormigón, en ambas direcciones, a una altura media del espesor del mismo.

En los casos anteriores como los pavimentos de hormigón continuamente reforzados, la armadura solo resiste los esfuerzos de tracción cuando este es deformado por una sollicitación. En el caso de los pavimentos de hormigón postensado, los cables tensados absorben los esfuerzos de tracción, comprimiendo el hormigón, proporcionándole una capacidad adicional. Se utilizan principalmente para pavimentos industriales.

Entre sus beneficios se encuentran la construcción de pavimentos de hormigón hasta de 5000 m² sin juntas de dilatación, elimina la aparición de fisuras al combinar el postensado con hormigón con fibras (siempre que el hormigón sea de buena calidad), la reducción de deformaciones y costos de mantenimiento.



Figura 2.6

Pavimentos de hormigón armado postensado.

[FUENTE: <http://www.plastizil.com/pisos-de-hormigon-postensado-n21/>]

2.6.5 Pavimentos ultra delgados de hormigón con fibras.

La tecnología de pavimentos ultra delgados de hormigón con fibras consiste en, básicamente, lograr la optimización del espesor necesario para responder a las solicitudes que debería enfrentar el pavimento mediante el uso de dimensiones de la losa más pequeñas que las tradicionales, lo que se conoce como losas cortas o losas optimizadas, y la incorporación de fibras en el hormigón. Junto con ello, lo que lo hace realmente competitivo es que esta alternativa se aplica directamente sobre el camino existente, sin necesidad de incluir ningún tipo de base implícita en ejemplos anteriores, por lo que el costo directo de la solución resulta realmente ventajoso frente a otras alternativas.

Así lo afirma Mauricio Salgado, jefe del Área de pavimentación del ICH, quien destaca que el uso de losas cortas en los pavimentos ultra delgados de hormigón con fibras, persigue el hecho de que cada una de estas distribuya la carga inteligentemente y sea cargada solo por un set de ruedas, lo cual permite la optimización del espesor de diseño hasta un 30% en relación al hormigón tradicional, disminuyendo los costos directos, frecuencia de mantención y una mayor vida útil.

Actualmente, el Ministerio de obras públicas está experimentando en el país con varios proyectos en los que se está usando esta tecnología, destacando ejemplos exitosos como un sector de 500 metros de la Ruta G-84, ubicado en la V Región, donde se logró una reducción del pavimento con un espesor resultante de 10 cm, colocados directamente sobre el camino existente previa nivelación de la rasante con motoniveladora. Donde también se pudo comparar el desempeño del pavimento con una solución de doble tratamiento superficial construido en igual fecha.

Caben destacar otros proyectos como el trabajo de conservación realizado a Camino Mahuidanche-Misión Inglesa en la Araucanía y los tramos localizados en la Región de Aysen, La Zaranda-El Toqui en la Ruta 7, donde se incluyó el uso de pavimentos de hormigón ultra delgado con fibras hace cuatro años.

Actualmente, en la misma región y en las cercanías de Bahía Murta, ha comenzado un proyecto con el uso de esta tecnología, el que contempla la aplicación de esta solución en aproximadamente cuatro kilómetros.

El ministerio de obras públicas ha estado levantando nuevas iniciativas para algunos tramos en la VIII y X Región que han querido ser licitados por parte de la Dirección de Vialidad integrando la tecnología de los pavimentos ultra delgados de hormigón con fibras.



Figura 2.7

Pavimentos ultra delgados de hormigón con fibras, Camino Mahuidanche.

[FUENTE: Revista Hormigón al día, Edición 56, Instituto del cemento y del hormigón de Chile]

2.7 Proceso constructivo de los pavimentos rígidos.

Al existir diversos tipos de pavimentos rígidos, el proceso constructivo de estos puede variar, sin embargo, estos son bastante similares, en este caso se comenta paso a paso el proceso constructivo de los pavimentos de hormigón simple con juntas espaciadas, que son los más comunes en Chile.

- 1) **Replanteo geométrico:** Para empezar, el contratista replanteará la solución geométrica del proyecto en planta, definiendo los ejes, vértices y deflexiones en terreno así como las líneas de soleras.
- 2) **Excavación en corte:** En los sectores donde la subrasante de la calle se encuentre en corte, se excavará el material necesario para dar el perfil tipo correspondiente, transversal y longitudinalmente, si se encuentra material inadecuado bajo el horizonte de fundación, se debe extraer el material, reponiéndolo con material de relleno compactado para mejorar soporte.
- 3) **Relleno:** El material de relleno a emplear, será del mejor material proveniente de la excavación, o empréstito si es necesario, debe estar libre de materias orgánicas u otro material objetable, deberá ser compactado dependiendo su composición, ya sea suelo fino, fino-granular, o granular.
- 4) **Subrasante:** Una vez ejecutados los trabajos necesarios para dar nivel a la subrasante, esta se escarificara a una profundidad de 0,20 m, para proceder la compactación del terreno hasta alcanzar un 95% de la Densidad máxima compactada seca (D.M.C.S) o 80% de densidad relativa, según corresponda o sea especificado en el proyecto. Una vez compactada, esta debe respetar pendientes y dimensiones del proyecto.

- 5) Base estabilizada:** Cuando la subrasante se encuentra terminada, se encuentra lista para recibir a la base estabilizada, esta debe estar compuesta por grava arenosa homogéneamente revuelta, libre de elementos orgánicos, terrones de arcillas o materiales perjudiciales. Esta debe ser compactada hasta alcanzar un 95% de la D.M.C.S.
- 6) Actividades previas al hormigonado:** Previo al hormigonado, se debe humedecer la base estabilizada evitando la formación de charcos, para evitar la absorción de agua del hormigón por parte de esta sin afectar su dosificación.
- 7) Colocación de moldajes:** El pavimento debe quedar restringido lateralmente ya sea por soleras o por moldajes, cubriendo con desmoldante ambas para evitar la adherencia del pavimento a estas.
- 8) Hormigonado:** Esta etapa comprende muchas actividades críticas con el fin de lograr un hormigón de las características deseadas, se debe tener cuidado especial en cada una de las etapas, ya que si alguna de ellas se falla, el resultado final puede cambiar. Cabe destacar que antes de iniciar estas actividades, las condiciones ambientales deben estar dentro del rango permitido para iniciar el proceso de hormigonado, ya que las condiciones ambientales afectan estas actividades, por lo cual no se permite la ejecución de un pavimento durante la lluvia, ni con temperaturas inferiores a los 5°C, ni superiores a los 30°C.
- **Mezclado:** Debe ser tipo mecánico, con un tiempo mínimo de mezclado de 1,5 minutos.
 - **Transporte:** Se puede efectuar con camiones mezcladores, agitadores o corrientes, evitando el escurrimiento del mortero y cubriéndolo, para evitar la exposición de la mezcla al sol y al viento.
 - **Colocación:** El hormigón se depositará en la ubicación definitiva, esparciéndolo uniformemente preferentemente por medio de equipo mecánico.

- **Compactación:** Una vez esparcido el hormigón, se procede con su compactación por medio de cerchas vibradoras complementadas con vibradores de inmersión.
- **Terminación:** La superficie será terminada con equipo alisador del tipo rodillo o regla transversal, complementando con platabado normal. Adicionalmente debe entregarse con rugosidad adecuada para lo cual se recomienda el paso superficial de arpilleras húmedas sobre un sistema de trípodes metálicos.
- **Curado:** Se aplica inmediatamente finalizada la terminación, se aplicará a toda la superficie y por los costados de las losas que queden expuestas al retirar los moldajes, se realizará por medio de pulverizadores.

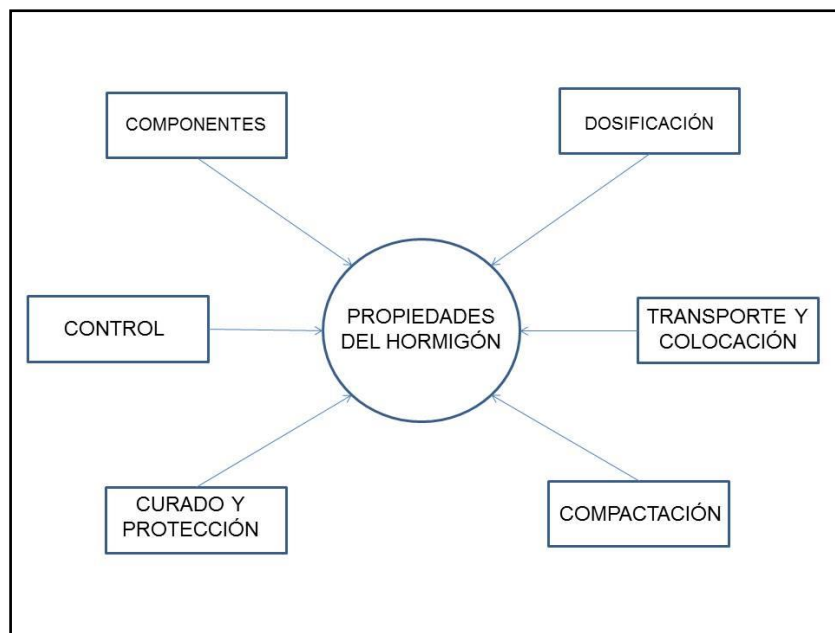


Figura 2.8

Factores que influyen en las propiedades del hormigón.

[FUENTE: Libro Procesos y técnicas de construcción, Quinta edición actualizada, página 364.]

- 9) Construcción de juntas:** El pavimento tendrá una carpeta de rodado formada por una losa hormigón de espesor y ancho según los planos del proyecto. Tendrá juntas transversales a una separación máxima de 4.50 m y juntas longitudinales a una separación máxima de 3.50 m, estas juntas se realizarán mediante aserrado o inserción de tablillas, estas deben coincidir entre pistas existentes o adyacentes.
- 10) Sellado de Juntas:** Al terminar la construcción de las juntas, estas deben ser limpiadas de todo polvo y material extraño, para poder aplicar el sello por medio de pistola de calafateo u otro medio que garantice uniformidad, cubriendo la junta hasta 4 mm bajo el nivel superior del pavimento.
- 11) Protección del pavimento, aseo y apertura al tránsito:** Cuando el sellado de juntas este totalmente terminado, se debe proveer de todos los medios para proteger el pavimento, colocando barreras, señalización, vigilantes, etc. Hasta que la resistencia del pavimento a la flexotracción sea igual o superior a un 75% de la resistencia característica específica. La apertura al tránsito se realizará una vez que se haya realizado el aseo de la zona y con la aprobación del Inspector técnico de Obras (I.T.O).



Figura 2.9

Hormigonado de losas, avance de pavimentación de eje Vicuña Mackenna.

[FUENTE: VISITA A OBRAS DE PAVIMENTACIÓN EJE VICUÑA MACKENNA]

2.8 Distribución de la Red Vial Nacional según tipo de carpeta de rodadura

Los siguientes datos entregados por el Departamento de Gestión Vial, de la Subdirección de desarrollo de la Dirección Nacional de Vialidad, muestran el estado de la distribución de la red vial nacional por tipo de carpeta de rodadura hasta Agosto del año 2015, año que se realizó el último informe, según estas estadísticas, la red vial nacional estaba constituida hasta ese entonces por 77.801,01 km. de caminos agrupados las categorías de: hormigón, asfalto, tierra, ripio, capa de protección básicos intermedios y granular estabilizado.

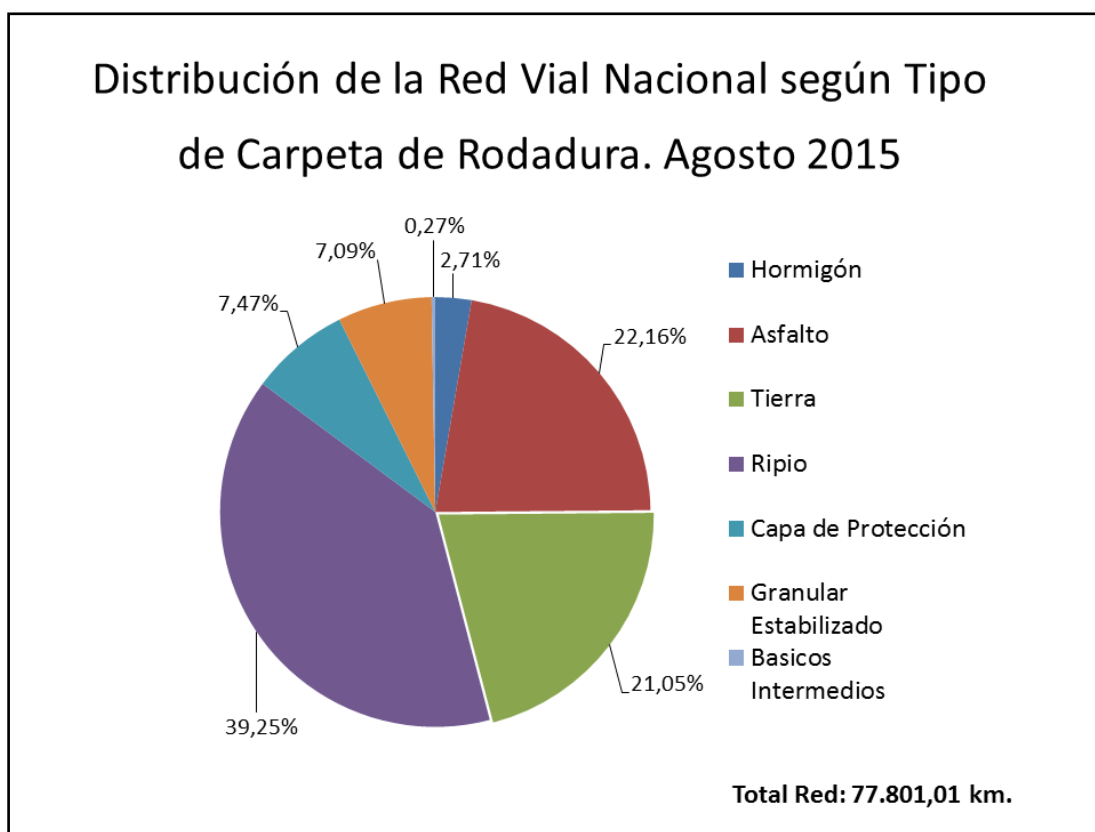


GRAFICO 2.1

DISTRIBUCIÓN DE LA RED VIAL NACIONAL SEGÚN TIPO DE CARPETA

[FUENTE: MOP. 2015. RED VIAL NACIONAL – DIMENSIONAMIENTO Y CARACTERISTICAS]

TABLA 2.3

LONGITUD DE CAMINOS RED VIAL NACIONAL, SEGÚN REGIÓN Y TIPO DE CARPETA

[FUENTE: MOP – 2015 – DIMENSIONAMIENTO Y CARACTERISTICAS RED VIAL NACIONAL]

Región	Red Vial Pavimentada (Longitud en km.)			
	Asfalto	Hormigón	Asf./Horm.	Caminos Básicos Intermedios
I	1.135,20	0,69	0,3	0
II	1.881,85	3,45	0	0
III	1.118,67	5,73	0	0
IV	1.309,71	32,07	8,25	58,21
V	1.167,74	171,24	22,45	7,35
VI	1.218,56	60,47	54,17	14,21
VII	1.553,38	168,07	74,65	90,21
VIII	2.076,87	152,73	35,18	0
IX	1.466,97	106,7	97,23	0
X	1.456,45	179,5	49,6	0
XI	220,7	150,87	0	0
XII	7,88	604,48	0	0
R.M	1.234,00	136,4	85,89	37,2
XIV	694,04	73,52	99,29	0
XV	433	0,52	0	0
Total	16.975,02	1.846,44	527,01	207,18

TABLA 2.4

LONGITUD DE CAMINOS, SEGÚN REGIÓN Y TIPO DE CARPETA NO PAVIMENTADA

[FUENTE: MOP – 2015 – DIMENSIONAMIENTO Y CARACTERISTICAS RED VIAL NACIONAL]

Región	Solución Básica (km.)		Red Vial No Pavimentada (km.)	
	Capa de Protección	Granular Estabilizado	Ripio	Tierra
I	273,59	263,54	343,56	1.466,08
II	134,79	748,22	344,55	2.511,97
III	323,01	2.367,69	645,36	2.414,80
IV	122,42	788,13	1.847,41	825,88
V	1.270,74	0	446,65	278,48
VI	665,11	0	756,97	704,03
VII	396,14	292,53	2.791,96	1.609,53
VIII	424,40	82,04	4.980,15	1.500,64
IX	365,74	358,59	7.104,77	2.499,78
X	417,07	0,7	4.907,70	427,58
XI	19,83	222,07	2.081,77	203,24
XII	137,57	156,43	2.161,67	278,55
R.M	789,36	0,54	318,33	168,45
XIV	279,92	0	1.674,36	299,7
XV	193,12	235,24	137,64	1.185,27
Total	5.812,81	5.515,72	30.542,85	16.373,98

TABLA 2.5

TOTAL DE LONGITUD DE CAMINOS, SEGÚN REGIÓN Y TIPO DE CARPETA

[FUENTE: MOP – 2012 – DIMENSIONAMIENTO Y CARACTERISTICAS RED VIAL NACIONAL]

Total Red Vial (Longitud en km.)	
Región	Total
I	3.482,96
II	5.624,83
III	6.875,26
IV	4.992,08
V	3.364,65
VI	3.473,52
VII	6.976,47
VIII	9.252,01
IX	11.999,78
X	7.438,60
XI	2.898,48
XII	3.346,58
R.M	2.770,17
XIV	3.120,83
XV	2.184,79
Total	77.801,01

De acuerdo a las estadísticas registradas por la dirección de vialidad, las cifras correspondientes a la categoría de Red Vial Pavimentada, (la que corresponde a caminos de carpeta de Asfalto, Hormigón, Asfalto / Hormigón, Asfalto / Ripio y Hormigón / Ripio), suman un total de 19.555,65 km. Los que corresponden a un 25,14% del Total de la Red Nacional.

Las cifras correspondientes a la categoría de Red Vial No Pavimentada, (la que corresponde a caminos de carpeta de Ripio, Tierra, Granular estabilizado y Capa de Protección) suman un total de 58.245,36 km. Los cuales corresponden a un 74,86% del Total de la Red Nacional, por lo que se deduce que aún queda mucho por pavimentar en la Red Vial Nacional, agregando a este dato los caminos ya pavimentados que requieren de conservación, rehabilitación y mejoramiento.

2.9 Conservación, rehabilitación y mejoramiento de la red vial

2.9.1 Conservación de los pavimentos

Cuando un nuevo pavimento ha entrado en servicio, este, a través del tiempo, comienza a experimentar deterioro progresivo, debido a la acción de diversos factores tales como el tránsito o los agentes climáticos; como resultado de estas acciones se reduce el índice de serviciabilidad del pavimento y se afecta la seguridad para el usuario. Llega entonces un momento en que se hace necesario emprender una faena correctiva que permita recuperar las condiciones en que ese pavimento se encontraba inicialmente.

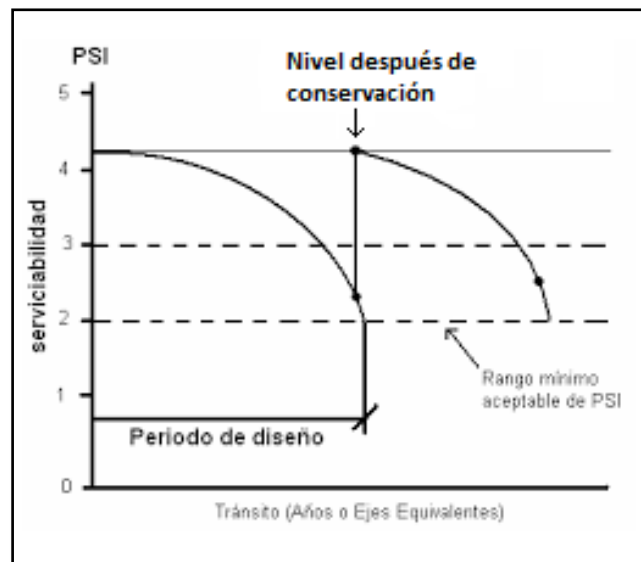


GRÁFICO 2.2

ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DE UN PAVIMENTO CON ACCIÓN CORRECTIVA

[FUENTE: AASHTO, GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES 1993]

Las obras que en tal caso se llevan a cabo se definen, en general, bajo el concepto de “Obras de Conservación”. Sin embargo, dentro de este concepto quedan comprendidas obras que por su diferente naturaleza, y de acuerdo a la importancia y extensión que revisten, es preciso diferenciar. En primer término se tiene aquellas que pueden definirse como “Obras menores de Conservación” que comprenden la ejecución de

trabajos correctivos de poca extensión y dentro de sectores limitados; por ejemplo: reparación de baches, reconstrucción de un cierto número de losas en los pavimentos de hormigón, resellado de juntas en ciertos sectores, etc.

En segundo término se tienen aquellas obras que pueden definirse como “Obras mayores de Conservación” y que cubren extensiones considerables de pavimento como por ejemplo un trabajo de resellado total de juntas.

La diferencia fundamental entre estas dos variedades, en cuanto su aplicación, se encuentra en la frecuencia o la periodicidad que se producen. Por una parte, las obras que hemos mencionado como “menores” se efectúan en general con una periodicidad anual, a fin de corregir fallas que se producen en determinados sectores, en forma aislada y que por su discontinuidad requieren de procedimientos propios en su ejecución. En lo que se refiere a las obras de conservación mayores, se emprenden con intervalos más prolongados, generalmente de varios años, y cuando las condiciones del pavimento han desmejorado en un grado que hace necesario aplicar dicha solución; en este último caso, se consigue un mejoramiento general del pavimento, con la recuperación del índice de serviciabilidad.

En todo caso para decidir acerca del momento indicado para llevar a efecto una obra de conservación mayor, es necesaria una cuidadosa evaluación del estado del pavimento, considerando la extensión e importancia de las fallas. En particular, se deberá observar fallas tales como baches, hundimientos, agrietamientos, juntas en mal estado, etc.

Esta evaluación debe ser efectuada por profesionales que posean la debida experiencia, contando además con el apoyo de un laboratorio. Este último se hace necesario cuando se precisa, por ejemplo, efectuar pozos de sondaje, para establecer las condiciones en que se encuentran las capas inferiores del pavimento: base o subrasante.

2.9.2 Rehabilitación o reposición de los pavimentos

Es importante establecer una diferenciación entre las obras de conservación, y de rehabilitación del pavimento. En el primer caso, no se modifica la estructura general del pavimento, sino que esta es aprovechada en su integridad, mediante un trabajo de mejoramiento que le permite recuperar sus condiciones primitivas. En el segundo caso, se trata del reemplazo total o parcial de dicha estructura, por considerarse ésta como inadecuada.

Se estimará necesario efectuar la rehabilitación o reconstrucción de un pavimento, o de una sección completa de éste, en los siguientes casos:

- Cuando se manifiesta una destrucción progresiva e irrecuperable, debido a que el pavimento no posee la capacidad resistente necesaria por defectos de construcción. O por la acción del tránsito o del clima.
- Cuando siendo posible aplicar algún sistema de mejoramiento, tal como un recubrimiento asfáltico, ello implique problemas geométricos o topográficos sin solución.
- Cuando el pavimento haya cumplido con la vida útil, lo que puede traducirse en un incremento del costo de mantención, lo que hará en consecuencia más conveniente, por razones económicas, proceder a la rehabilitación.
- Cuando las fallas hayan provenido de las capas de base, o de sub-rasante, las que no pueden ser corregidas mediante un simple trabajo de mantenimiento.
- La rehabilitación de un pavimento se efectuará en la misma forma que su construcción, es decir, ateniéndose a las especificaciones correspondientes de construcción, sin embargo, será necesario tener siempre presente las siguientes consideraciones.

Deberá determinarse la necesidad de reponer una o más de las capas constitutivas del pavimento, lo cual dependerá de un detenido análisis en el terreno acerca de las condiciones en que se encuentre cada una de ellas pudiendo, si es necesario, llegarse hasta la reposición de la sub-rasante o reemplazo de la capa de mejoramiento del terreno natural.

En los pavimentos de hormigón puede reponerse la losa completa o parte de ella, si se estima que la losa afectada es aprovechable.

La operación de rehabilitación deberá ejecutarse, respetando las condiciones iniciales del proyecto referentes a especificaciones sobre los materiales y procedimientos constructivos, salvo en el caso que se haya efectuado un nuevo diseño.

2.9.3 Mejoramiento de la red vial

El objetivo del mejoramiento de la red vial es mejorar la capacidad y calidad del servicio existente, por lo que considera acciones que modifican las características físicas, operacionales y especificaciones técnicas de la vía, y de la construcción del mismo, también puede incluir la reposición de pavimentos.

La tipología presentada si bien orienta en la identificación de proyectos de conservación, rehabilitación o mejoramiento, estos deberán ser evaluados de acuerdo a la metodología de fiscalización de vialidad urbana correspondiente, ya sea si la responsabilidad del proyecto corresponde al Serviu (Manual de pavimentación y aguas lluvias) o a la Dirección de Vialidad (Manual de carreteras).

3. INSPECCIÓN DE FALLAS Y DETERIOROS

3.1 Inspección de fallas y deterioros.

Los Pavimentos de hormigón que se usan en el país, generalmente consisten en losas de hormigón de cemento Portland sin armar y sin elementos que permitan el traspaso de las cargas en las juntas.

Para mantener el pavimento en una condición similar a la que este tenía cuando se construyó, es necesario comprender como este trabaja al ser sometido a las solicitaciones. Las losas del pavimento rígido se caracterizan por distribuir la carga solicitante en una gran superficie, de modo que la subrasante está sometida a tensiones menores que otro tipo de pavimentos como el flexible.

Todo tipo de pavimento presenta una serie de fallas, cuya previsión y/o corrección se hace con operaciones de mantenimiento que, para efectos de ordenamiento suelen agruparse en tres categorías: Operaciones Rutinarias, Operaciones periódicas y Operaciones de Restauración.

En los pavimentos de hormigón la inspección visual abarca la totalidad de las losas de una unidad de medición, registrando para ellas la severidad y extensión del defecto.

Los defectos principales a detectar son:

3.1.1 Deficiencias del sellado



Figura 3.1

Junta transversal sin sello con crecimiento de vegetación.

Se llama así al deterioro del sello de las juntas que permite la incrustación de materiales incompresibles (piedras, arenas, etc.) y/o la infiltración de una cantidad considerable de agua superficial. Se considera como deterioro del sello cualquiera de los siguientes defectos: endurecimiento, despegado de una o ambas paredes, fluencia fuera de la caja, carencia total, incrustación de materias ajenas y crecimiento de vegetación. Entre las causas posibles están:

Endurecimiento: producto de mala calidad, envejecimiento.

Despegado de las paredes de la junta: producto de mala calidad, sellado mal colocado, caja mal diseñada.

Fluencia fuera de la caja: exceso de sello, producto de mala calidad, procedimiento de colocación deficiente.

Carencia: producto de mala calidad, procedimiento de colocación deficiente.

Incrustaciones de materias incompresibles: bermas no pavimentadas, vehículos que dejan caer materiales.

NIVELES DE SEVERIDAD

Baja: El sello de la junta se encuentra generalmente en buenas condiciones en la sección. El sellante tiene un buen funcionamiento, sólo se visualiza daño menor. El daño corresponde < 10% de la longitud de la junta.

Media: El sello de la junta se encuentra en condiciones regulares en toda la sección, con uno o más de los ejemplos de daño presentes en un grado moderado. El daño se encuentra entre el 10% y el 50% de la longitud de la junta.

Alta: El sello de la junta está en malas condiciones generales en la sección, con uno o más de los ejemplos de daño presentes en un grado severo. El sellante necesita reemplazo inmediato. La longitud con deficiencias de sellado es > 50% de la longitud de la junta.

MEDICIÓN

- Se recomienda que el sellante de juntas dañado no se contabilice losa por losa, pero se mida en base a la condición global del sellante en toda el área de la unidad de muestra.

3.1.2 Juntas y grietas saltadas



Figura 3.2

Junta transversal con desintegración en borde de losa.

Se le llama así a la desintegración del borde de la losa a menos de 600 mm de la junta o grieta, provocando la remoción del hormigón de buena calidad. Generalmente no se extiende verticalmente a través de la losa sino que intercepta la losa en ángulo. Se origina por:

- Esfuerzos excesivos en la junta causados por las cargas de tránsito o por la infiltración de materiales incompresibles dentro de la caja de una junta.
- Acumulación de agua en la junta y acción de congelamiento y descongelamiento.
- Debilitamiento de los bordes de la junta debido a un exceso de manipulación, acabado excesivo u otro defecto de construcción.

NIVELES DE SEVERIDAD

Una junta desgastada, en la cual el concreto ha sido desgastado a lo largo de toda la junta se califica como de baja severidad.

Baja: Ancho saltaduras < 75 mm, medido al centro de la junta o grieta, con pérdida de material o saltaduras, sin pérdidas de material y no parchadas.

Media: $75 \text{ mm} \leq \text{ancho saltaduras} \leq 150 \text{ mm}$, medido al centro de la junta o grieta y con pérdida de material.

Alta: Ancho saltadura > 150 mm, medido al centro de la junta o grieta y con pérdida de material.

MEDICIÓN

Establecer para cada nivel de severidad la longitud (m) de juntas y grietas que presentan saltaduras. Se recomienda que si una junta saltada está en el borde de una losa, se contabilice como una losa con junta saltada. Si la saltadura está en más de un borde de la misma losa, se contabiliza cada una de las saltaduras de forma independiente con su respectivo nivel de severidad. La junta saltada también puede producirse en los bordes de dos losas adyacentes, si este es el caso, cada losa se cuenta como que tiene una junta saltada.

3.1.3 Separación de la junta longitudinal

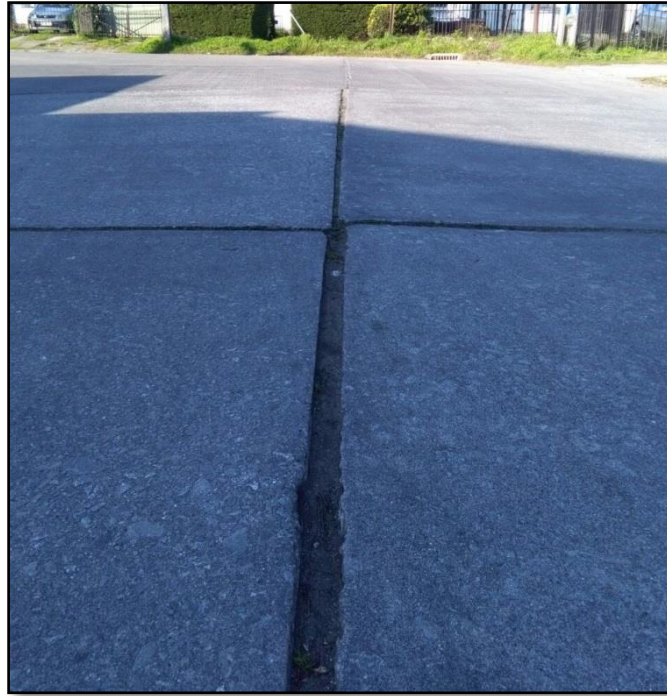


Figura 3.3

Separación de junta longitudinal por falta de barras de amarre.

Se denomina así a la abertura en la junta longitudinal del pavimento, entre sus causas posibles se encuentran la ausencia de barras de acero de amarre entre pistas adyacentes, desplazamiento lateral de las losas motivado por un asentamiento diferencial de la subrasante o también por carencia de bermas.

NIVELES DE SEVERIDAD

Baja: Ancho separación < 3 mm y sin deformación perceptible de la sección transversal.

Media: $3 \text{ mm} \leq$ ancho de separación ≤ 20 mm y la deformación de la sección transversal no implica riesgos para la seguridad de los usuarios.

Alta: Ancho separación > 20 mm y/o la deformación de la sección transversal, cualquiera sea el ancho de la separación, conlleva riesgos para la operación de los vehículos.

MEDICIÓN

Determinar su longitud (m) y clasificar según grado de severidad.

3.1.4 Fisuras y grietas de esquina



Figura 3.4

Grieta de esquina interceptando juntas transversal y longitudinal.

Grieta que origina un trozo de losa de forma triangular, al interceptar las juntas transversal y longitudinal y que forma un ángulo de aproximadamente 50 grados con la dirección del tránsito. La longitud de los lados del triángulo varía entre 300 mm y la mitad del ancho de la losa. Entre las causas posibles están:

- Falta de apoyo de la losa, originado por erosión de la base o alabeo térmico.
- Sobrecarga en las esquinas.
- Deficiente transmisión de cargas entre las juntas.

NIVELES DE SEVERIDAD

Baja: Grietas hasta de 5 mm o selladas sin saltaduras, escalonamiento imperceptible y el trozo de la esquina está completo.

Media: Grietas de más de 5 mm hasta 15 mm. y/o con desconche de ancho menor a 75 mm. con o sin hundimiento de la esquina, pero menor a 20 mm.

Alta: Grietas de ancho mayor a 15 mm. y/o desconche mayor a 75 mm. Con o sin escalonamiento mayor o igual a 20 mm.

MEDICIÓN

Una losa con más de un quiebre de esquina de un tipo de severidad particular, se considera de una severidad mayor en un grado, al tipo de severidad medida en cada una de los quiebres. Ahora, si una losa presenta más de una grieta de esquina de diferentes tipos de severidad, al quiebre de severidad mayor, se le aumenta en un grado dicha severidad.

3.1.5 Fisuras y grietas longitudinales



Figura 3.5

Grieta longitudinal extendida en toda la losa.

Grietas que son predominante paralelas al eje de la calzada o que se extienden desde una junta transversal hasta el borde de la losa, pero la intersección se produce a una distancia mucha mayor que la mitad del ancho de la losa, entre sus causas posibles se encuentran el asentamiento de la base y/o la subrasante, losa de ancho excesivo, carencia de una junta longitudinal, mal posicionamiento de las barras de traspaso de cargas y aserrado tardío de la junta.

NIVELES DE SEVERIDAD

Baja: Ancho < 5 mm, sin saltaduras y escalonamiento imperceptible o bien sellada con un ancho indeterminable.

Media: $5 \leq$ ancho grieta ≤ 15 mm o con saltadura de ancho $< a 75$ mm y/o con escalonamiento $< a 10$ mm.

Alta: Ancho ≥ 15 mm o saltaduras de ancho ≥ 75 mm o escalonamiento ≥ 10 mm.

MEDICIÓN

- Una vez que se ha definido la severidad, se recomienda registrar el deterioro como si ocurriera en una losa. Si en una sola grieta existe más de una severidad, se sugiere registrar la severidad mayor. Si existe más de una grieta dentro de una misma losa, cada una con diferentes niveles de severidad, se sugiere registrar cada una en forma separada. Si se tienen dos grietas de mediana severidad en una losa, se recomienda registrar la losa y se contabiliza como teniendo una grieta de alta severidad. Las losas divididas en cuatro o más piezas se contabilizan como losas divididas.

3.1.6 Fisuras y grietas transversales



Figura 3.6

Grieta transversal a mitad de losa.

Se le denomina así a las grietas predominantemente perpendiculares al eje de la calzada, también pueden extenderse desde una junta transversal hasta el borde del pavimento, siempre que la intersección con la junta esté a una distancia del borde mayor que la mitad del ancho de la losa y la intersección con el borde se encuentre a una distancia inferior que la mitad del ancho de la losa, entre sus causas posibles se encuentran losas de longitud excesiva, junta de contracción aserrada o formada tardíamente, espesor de la losa insuficiente para soportar las sollicitaciones y la retracción térmica que origina alabeos.

NIVELES DE SEVERIDAD

Baja: Ancho < 5 mm, sin saltaduras y escalonamiento imperceptible o bien sellada con un ancho indeterminable.

Media: $5 \leq$ ancho grieta ≤ 15 mm o con saltaduras de ancho < 75 mm o escalonamiento < 10 mm.

Alta: Ancho > 15 mm o saltaduras de ancho ≥ 75 mm o escalonamiento ≥ 10 mm.

MEDICIÓN

- Determinar el número (Nº) y la longitud (m) de grietas para cada nivel de severidad.
- Asignar a cada grieta el nivel de severidad más alto que representa al menos el 10% de la longitud total.
- Determinar separadamente también la longitud (m) total de grietas, agrupadas por nivel de severidad, que tengan el sello en buenas condiciones.

3.1.7 Fisuramiento por retracción (tipo malla)



Figura 3.7

Fisuramiento por retracción.

Las grietas de contracción son grietas delgadas que usualmente no superan el metro de distancia y no se extienden a través de la losa entera. Estas se forman durante el asentamiento y curado del hormigón y usualmente no se extienden a través de la profundidad de la losa sino que limitan a la superficie del pavimento. Frecuentemente, las grietas de mayores dimensiones se orientan en sentido longitudinal y se encuentran interconectadas por grietas más finas distribuidas en forma aleatoria.

Se producen principalmente por:

- Curado del hormigón inapropiado.
- Exceso de amasado superficial y/o adición de agua durante el alisado de la superficie.
- En zonas de clima frío, acción del clima o de productos químicos cuando el hormigón fue mal construido.

NIVELES DE SEVERIDAD

Baja: Fisuramiento tipo malla, bien definido pero sin descascaramiento.

Media: Fisuramiento con descascaramiento que afecta a menos del 10% de la superficie deteriorada.

Alta: Fisuramiento con descascaramiento que afecta al 10% o más de la superficie deteriorada.

MEDICIÓN

Establecer la superficie (m²) deteriorada por cada nivel de severidad.

3.1.8 Desintegración o pulimento de agregados



Figura 3.8

Pavimento textura superficial desintegrada, con árido grueso expuesto.

Se refiere a la desintegración progresiva de la superficie perdiéndose primero la textura y luego el mortero, quedando el árido grueso expuesto, este daño puede ser producido por distintas causas, como por ejemplo, un hormigón con exceso de mortero, un hormigón mal dosificado, un curado inapropiado, por ciclos de hielo-deshielo cuando la superficie presenta fisuramiento por retracción, y en climas fríos por la repetición de cargas de tránsito. Cuando el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, la adherencia con las llantas del vehículo se reduce considerablemente. Cuando la porción de agregado que está sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye de manera significativa a reducir la velocidad del vehículo.

NIVELES DE SEVERIDAD

No se pueden determinar niveles de severidad mediante inspección visual. Sin embargo, se pueden establecer niveles de severidad en función de la reducción que experimente la resistencia al deslizamiento (coeficiente de fricción).

MEDICIÓN

Establecer la superficie (m²) afectada.

3.1.9 Baches



Figura 3.9

Baches en hormigón

Cavidad, normalmente redondeada, que se forma al desprenderse hormigón de la superficie. Su diámetro varía entre unos 25 mm y 100 mm y la profundidad supera los 15 mm. Entre sus causas se encuentran la presencia de materiales deleznable en el interior del hormigón (terrones de arcilla, cal viva, etc) o la utilización de un mortero poco homogéneo.

NIVELES DE SEVERIDAD

- No se clasifican niveles de severidad.
- Se pueden establecer niveles de severidad en función de la intensidad de baches por tramo unitario o unidad de muestreo.

MEDICIÓN

Establecer la cantidad (Nº) de baches y la superficie (m²) de cada uno de ellos.

3.1.10 Levantamientos localizado



Figura 3.10

Levantamiento localizado que generó accidente en San Pedro de la Paz.

[FUENTE: Noticia de Prensa Bio Bio, <http://rbb.cl/f8np>]

Se llama así al levantamiento de parte de la losa, localizado a ambos lados de una junta transversal o grieta. Habitualmente el hormigón afectado se quiebra en varios trozos. Entre las causas posibles están:

- Variaciones térmicas cuando la longitud de las losas es excesiva y no cuenta con juntas de expansión.
- En pavimentos con barras de traspaso de cargas, mala colocación de estos elementos.
- Presencia de un estrato de suelos expansivos a poca profundidad.

NIVELES DE SEVERIDAD

No se aplican criterios de niveles de severidad. Sin embargo, la severidad debe ser función del efecto de esta falla en el nivel de serviciabilidad y muy especialmente, en el riesgo que puede significar para los usuarios.

MEDICIÓN

Determinar el número (Nº) de levantamientos, la longitud (m) y altura (mm) de cada uno.

3.1.11 Escalonamiento de juntas y grietas



Figura 3.11

Escalonamiento entre losas.

Se le llama así a la diferencia de elevación entre dos superficies separadas por una junta o grieta. Es causado generalmente por:

1. Asentamiento por una fundación muy suave.
2. Bombeo o erosión de material bajo la losa, en las inmediaciones de junta o grieta.
3. Curvatura del borde de la losa debido a la temperatura y cambios en la humedad.
4. Asentamiento diferencial de la subrasante.
5. Drenaje insuficiente.

NIVELES DE SEVERIDAD

Se pueden establecer niveles de severidad en función de la altura del desnivel, pero lo mejor es establecerlo en función del aumento de las irregularidades (IRI, índice de rugosidad internacional) que este deterioro origina, los niveles de severidad individuales se pueden catalogar como se indica en la siguiente tabla.

TABLA 3.1

NIVELES DE SEVERIDAD PARA ESCALONAMIENTO.

Nivel de severidad	Diferencia en la Elevación
BAJA	$< 10 \text{ mm}$
MEDIA	$10 \text{ mm} \leq \text{desnivel} \leq 20$
ALTA	$> a 20 \text{ mm}$

MEDICIÓN

Se recomienda que el escalonamiento que se produce en la junta se cuente como que ocurre en una losa. La decisión de que losa se le asigna el escalonamiento es arbitraria, ya que finalmente interesa el número de losas afectadas. Los escalonamientos que se producen en grietas no se cuentan como deterioros, pero se consideran cuando se define el nivel de severidad de la grieta.

3.1.12 Descenso de la berma



Figura 3.12

Descenso de la berma.

El descenso de la berma es una diferencia en la elevación entre el borde del pavimento y la berma. Esta diferencia de elevación puede causar problemas seguridad. También puede causar un incremento en la infiltración de agua.

Esta falla está puede estar causada por:

- Erosión u asentamiento de la berma, normalmente causado por una compactación insuficiente.
- En bermas no revestidas, principalmente por el tránsito; también por la erosión de la capa superficial por agua que escurre desde el pavimento hacia el borde externo de la plataforma.
- En zonas frías, con ciclos de hielo deshielo, por descompactación producida por la penetración de la helada en suelos heladizos.

NIVELES DE SEVERIDAD

Baja: La diferencia de elevación entre el borde del pavimento y la berma es < 10 mm.

Media: La diferencia de elevación esta entre $10 \text{ mm} \leq \text{descenso} \leq 30 \text{ mm}$.

Alta: La diferencia en la elevación es $> a 30 \text{ mm}$.

MEDICIÓN

Establecer la diferencia entre el borde del pavimento y la berma (mm), mediante mediciones distanciadas a no más de 20 m.

3.1.13 Separación entre berma y pavimento



Figura 3.13

Separación entre berma y pavimento.

Se le denomina separación entre berma y pavimento a la abertura en la línea de contacto entre la cara externa del borde del pavimento y la berma o entre el pavimento y un elemento de drenaje (cuneta revestida, solera), entre sus causas posibles encontramos el asentamiento con desplazamiento de la berma, normalmente originado en una compactación insuficiente o falta de compactación contra la cara lateral del pavimento, otra posible causa es el escurrimiento de agua sobre la berma, cuando existe un desnivel entre ella y el pavimento.

NIVELES DE SEVERIDAD

No se clasifica en niveles de severidad, pero en zonas donde la precipitación media anual es superior a los 50 mm debe considerarse de alta severidad cualquier separación que permita el ingreso de agua hacia la base.

MEDICIÓN

La medición se realiza estableciendo la separación entre el borde del pavimento y la berma o elemento de drenaje (mm), donde ella sea perceptible.

3.1.14 Parches o bacheos deteriorados



Figura 3.14

Parche o bacheo deteriorado.

Un parche o bacheo es un área superior a $0,1 \text{ m}^2$ donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por material de relleno que puede ser de hormigón o asfalto y que se encuentra deteriorada, entre sus causas posibles encontramos varios casos como por ejemplo, en el caso de parches asfáltico se debe a capacidad estructural insuficiente del parche o mala construcción del mismo, en el caso de reemplazo por nuevas losas de hormigón, de espesor similar al del pavimento existente, se debe a insuficiente traspaso de cargas en las juntas de construcción o mala construcción, en parches con hormigón de pequeñas dimensiones, inferiores a una losa, se debe a la retracción de fraguado del hormigón del parche que lo despegas del hormigón antiguo.

NIVELES DE SEVERIDAD

Baja: El parche se encuentra funcionalmente bueno con pequeños deterioros o sin ellos.

Media: El parche se encuentra moderadamente deteriorado. El material del parche puede ser retirado con considerable esfuerzo.

Alta: El parche se encuentra gravemente deteriorado. El material del parche puede ser retirado con poco esfuerzo. La extensión del deterioro justifica reemplazos.

MEDICIÓN

Si una sola losa tiene uno o más parches con el mismo nivel de severidad, se contabiliza como una losa que contiene ese deterioro. Si una sola losa tiene más de un nivel de severidad, se contabiliza como una losa con el mayor nivel de severidad presente. Si la causa de deterioro del parche es más severa, sólo se contabiliza el deterioro original.

3.1.15 Surgencia de finos o bombeo



Figura 3.15

Surgencia o bombeo de agua y finos, en losa fisurada y solicitada.

El bombeo es la expulsión de material desde la losa a través de las juntas o grietas. Esto es causado por la deflexión de la losa por el tránsito constante de cargas por sobre la misma. Mientras una carga se mueve a través de las juntas entre las losas, el agua es forzada a introducirse bajo la losa, y después es forzada de vuelta. Esta acción erosiona y eventualmente remueve partículas del suelo, resultando en una pérdida progresiva del soporte del pavimento. El bombeo puede ser identificado por las manchas en la superficie y por la evidencia de material de base en el pavimento cerca de las juntas o grietas. El bombeo cerca de las juntas es causado por una sellada pobre e indica la pérdida de soporte; las cargas repetidas eventualmente producirán grietas. El bombeo también puede ocurrir a través de los bordes de la losa, causando pérdida de soporte.

NIVELES DE SEVERIDAD

- Cuando el fenómeno se manifiesta sin dejar un pozo o bache no pueden aplicarse niveles de severidad.
- La severidad de los pozos o baches es la siguiente:

Baja: Cavidad entre pavimento y berma < 50 mm

Media: $50 \text{ mm} \leq$ cavidad entre pavimento y berma ≤ 150 mm

Alta: Cavidad entre pavimento y berma > 150 mm

MEDICIÓN

- Establecer el número (Nº) de juntas y grietas y la longitud (m) de borde de pavimento, en que ocurre el problema, localizándolas en el sentido transversal (distancia desde el borde externo del pavimento) y la longitud (m) en que se presenta.
- En el caso de los pozos, establecer el (Nº) y localización, clasificados por nivel de severidad.

3.1.16 Textura inadecuada o desprendimientos



Figura 3.16

Textura inadecuada o desprendimientos.

Se llama así a la carencia o pérdida de la textura superficial necesaria para que exista una fricción adecuada entre pavimento y neumáticos, un desprendimiento es una pieza pequeña de pavimento que se ha desprendido de la superficie del pavimento, entre sus causas encontramos a una falta de terminación con una textura adecuada, hormigón mal dosificado o mala calidad de la arena, exceso de mortero en la superficie por mucha vibración o mala dosificación o a causa del proceso de congelamiento y deshielo, cuando el hormigón tuvo mala terminación superficial o no tiene aire incorporado, combinado con la expansión de los agregados.

NIVELES DE SEVERIDAD

Ningún se define ningún grado de severidad ya que no pueden establecerse a partir sólo de una inspección visual; deben graduarse en función de la reducción que experimente la resistencia al deslizamiento (coeficiente de fricción).

MEDICIÓN

Establecer y localizar los tramos o superficies (m²) que presenten el problema.

3.1.17 Fragmentación múltiple



Figura 3.17

Losa fragmentada por múltiples grietas.

Área superior a 0,1 m² y hasta losas completas que presentan múltiples grietas abiertas que dan origen a numerosos trozos separados, esta falla corresponde a una etapa de deterioro muy avanzado de grietas de esquina, grietas longitudinales o transversales o una combinación de ellas; normalmente por las grietas penetra el agua por lo que también se da la surgencia de finos o bombeo.

NIVELES DE SEVERIDAD

Se debe considerar siempre como un deterioro de severidad alta.

MEDICIÓN

Determinar el número (Nº) de zonas afectadas y la superficie (m²) de cada una de ellas.

.

3.1.18 Cruce ferroviario



Figura 3.18

Cruce ferroviario.

Los defectos de cruce de rieles son depresiones o elevamientos alrededor y entre las pistas.

NIVELES DE SEVERIDAD

Baja: El cruce de rieles causa una calidad de viaje de baja severidad.

Media: El cruce de rieles causa una calidad de viaje de severidad media.

Alta: El cruce de rieles causa una calidad de viaje de severidad alta.

MEDICIÓN

Se cuenta el número de losas cruzadas por la vía férrea. Cualquier elevación larga creada por la vía férrea debería ser contada como parte del cruce.

3.1.19 Desconche de esquinas



Figura 3.19

Desconche de esquina.

Se le llama así a la desintegración del borde de la losa a una distancia aproximada de 60 cm de la esquina, provocando la remoción del hormigón de buena calidad. Un desconche de esquina difiere de una grieta de esquina en la cual el desconche usualmente se dirige hacia abajo para interceptar a la junta, mientras que la grieta se extiende verticalmente a través de la esquina de la losa. Un desconche menor a 127 mm medidos a ambos lados desde la grieta hasta la esquina no deberá registrarse.

NIVELES DE SEVERIDAD

El desconche de esquina con un área menor que 6452 mm² desde la grieta hasta la esquina en ambos lados no deberá contarse.

TABLA 3.2

NIVELES DE SEVERIDAD PARA DESCONCHE DE ESQUINAS

Profundidad de desconchado	Dimensiones de los lados del desconche	
	127.0 × 127.0 mm a 305.0 × 305.0 mm	Mayor 305.0 × 305.0 mm
Menor a 25.0 mm	B	B
> 25.0 mm a 51 mm	B	M
Mayor de 51.0 mm	M	A

MEDICIÓN

Si en una losa hay una o más grietas con desconche del mismo nivel de severidad, la losa se registra como una losa con desconche de esquina. Si ocurre más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad.

3.1.20 División de Losas



Figura 3.20

División de losa.

La losa es dividida por las grietas en 4 o más piezas debido a la sobrecarga o soporte inadecuado. Si todas las piezas o grietas están contenidas dentro de una fractura de esquina, la falla es calificada como fractura de esquina severa.

NIVELES DE SEVERIDAD

TABLA 3.3

NIVELES DE SEVERIDAD PARA DIVISIÓN DE LOSAS

Severidad de la mayoría de las grietas	Número de pedazos		
	4 a 5	6 a 8	8 o más
Baja	B	B	M
Media	M	M	A
Alta	M	A	A

MEDICIÓN

Si la losa dividida es de severidad media o alta, no se registran más deterioros en la misma.

3.1.21 Grieta de durabilidad “D”



Figura 3.21

Grieta de durabilidad “D”.

Las grietas tipo D son causadas por expansiones y contracciones de los agregados grandes, los cuales a través del tiempo, gradualmente quiebran el hormigón. Esta falla usualmente se aparece como un patrón de grietas que fluyen paralelas y cerca de una junta o grieta lineal. Como el concreto se satura cerca de las juntas y grietas, se pueden encontrar usualmente depósitos oscuros alrededor de finas grietas “D”. Este tipo de falla puede llevar eventualmente a la desintegración de la losa entera.

NIVELES DE SEVERIDAD

Baja: Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa. La mayoría de las grietas están apretadas pero algunos pedazos se han salido.

Media: Si existe alguna de las siguientes condiciones.

1. Las grietas “D” cubren $< 15\%$ del área y la mayoría de las piezas se han salido o pueden ser removidas fácilmente.
2. Las grietas “D” cubren $> 15\%$ del área. La mayoría de las grietas están apretadas pero algunas de las piezas se han salido o pueden ser removidas fácilmente.

Alta: Las grietas “D” cubren $> 15\%$ del área y la mayoría de las piezas se han salido o pueden ser removidas fácilmente.

MEDICIÓN

Cuando la falla es localizada y calificada en una severidad, es contada como una losa. Si más de un nivel de severidad existe, la losa es contada como si tuviera el nivel más alto de severidad. Por ejemplo, si una grieta de severidad baja y otra de severidad media están en la misma losa, la losa se cuenta solamente como de severidad media.

3.1.22 Punzonamiento

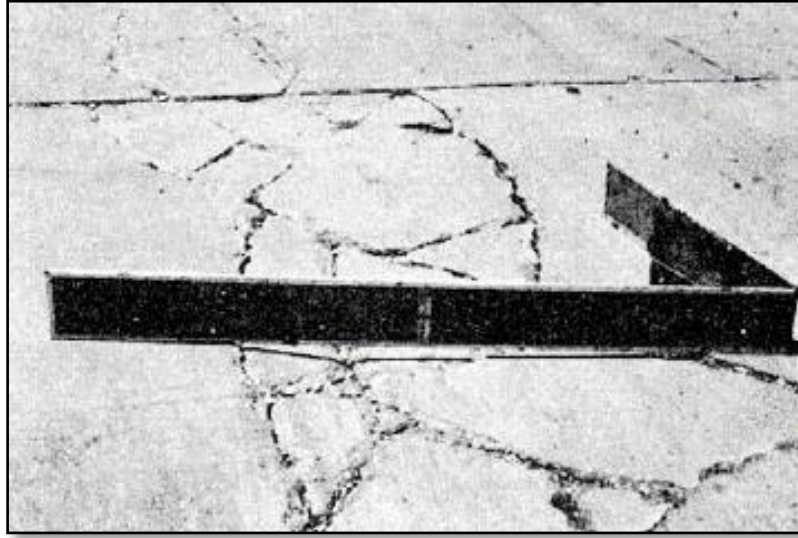


Figura 3.22

Punzonamiento.

Este daño es un área localizada de la losa que está rota en pedazos. Puede tomar muchas formas y figuras diferentes pero, usualmente, está definido por una grieta y una junta o dos grietas muy próximas, usualmente con 1.52 m entre sí. Este daño se origina por la repetición de cargas pesadas, el espesor inadecuado de la losa, la pérdida de soporte de la fundación o una deficiencia localizada de construcción del concreto.

NIVELES DE SEVERIDAD

TABLA 3.4

NIVELES DE SEVERIDAD PARA PUNZONAMIENTO

Severidad de la mayoría de las grietas	Número de pedazos		
	2 a 3	4 a 5	Más de 5
Baja	B	B	M
Media	B	M	A
Alta	M	A	A

MEDICIÓN

Si la losa tiene uno o más punzonamientos, se contabiliza como si tuviera uno en el mayor nivel de severidad que se presente.

3.1.23 Deterioros adyacentes a cámaras.



Figura 3.23

Deterioro adyacente a marco de cámara.

Este daño consiste en la aparición de grietas, desconches y deterioros en los pavimentos que se encuentran adyacentes a una cámara ya sea de alcantarillado u otro tipo. Este deterioro se produce debido a las solicitaciones del tránsito u alabeo en el encuentro de pavimento de hormigón y la cámara, ambos constituidos de materiales de distinta rigidez, produciendo el deterioro en los pavimentos adyacentes a la cámara que no poseen una armadura satélite de refuerzo.

NIVELES DE SEVERIDAD

No se aplican criterios de severidad, si el pavimento no posee satélite de refuerzo y se empiezan a visualizar grietas, se debe instalar, ya que el deterioro ocurrirá.

MEDICIÓN

Contabilizar los m² de deterioro y contabilizar el número de cámaras que necesitan armadura satélite de refuerzo.

4. ACCIONES DE CONSERVACIÓN Y REHABILITACIÓN

4.1 Técnicas de conservación y rehabilitación en pavimentos rígidos.

Existen diversas técnicas para mantener los pavimentos rígidos, estas pueden aplicarse aisladamente, o puede que alguna falla requiera la aplicación de varias soluciones que trabajando conjuntamente permitan al pavimento entregar condiciones similares a las que cuando este fue puesto en servicio, entre estas técnicas tenemos:

4.1.1 Sellado de Juntas y grietas

Primero se debe verificar que las juntas y grietas que contengan restos de sellos antiguos o materias extrañas, se limpien completa y cuidadosamente en toda su profundidad. Para ello se usan sierras, herramientas manuales u otros equipos adecuados que permitan remover el sello o relleno antiguo sin afectar al hormigón.



Figura 4.1

Limpieza de sello y restos de materiales en junta realizada con enfierradura de 8 mm.

No se usen barretas, chuzos, equipos neumáticos de percusión u otras herramientas o elementos destinados a picar la junta o que puedan soltar o desprender trozos de hormigón.

En general, no se usan solventes para remover el sello antiguo, salvo que se demuestre que el procedimiento no significa transportar los contaminantes hacia el interior de la junta, ni una impregnación mayor del hormigón con aceite u otros materiales.

Una vez removido el sello antiguo se proceda a repasar cuidadosamente barriendo con una escobilla de acero, que asegure la eliminación de cualquier material extraño o suelto.



Figura 4.2

Limpieza con escobillón de acero en junta para la eliminación de material suelto.

La limpieza se termine con un soplado con aire comprimido con una presión mínima de 0,83 MPa. que elimine todo vestigio de material contaminante, incluso el polvo, verificando previamente que el aire expulsado esté completamente libre de aceite.



Figura 4.3

Limpieza con soplador de aire comprimido.

Después de la limpieza, se procede a realizar la imprimación para permitir una perfecta adherencia entre el sello y las paredes de la junta. Para juntas de hasta de 20 mm de ancho, se requiere la colocación de un cordón o lámina de respaldo para luego terminar con la colocación del sellante termoplástico, para juntas mayores de 20 mm y menores de 30 mm se recomienda el uso de sellante tipo mástic asfáltico, para las juntas mayores a 30 mm, se recomienda un sellado con una mezcla de arena y emulsión asfáltica.



Figura 4.4
Colocación de cordón de respaldo.



Figura 4.5
Sellado de juntas.

4.1.2 Reparación de espesor completo

Esta operación tiene por objetivo reemplazar la parte deteriorada de la losa, se recomienda que como mínimo, esta abarque el ancho de la losa y no menos de 0,5 m en sentido longitudinal. Antes de comenzar con los trabajos se marca claramente el área del pavimento por remover, respetando las dimensiones mínimas señaladas anteriormente.

Es importante proteger la base granular y el pavimento adyacente por lo cual recomendable que la zona a reparar se aisle completamente, y que la remoción del pavimento se realice por levantamiento de losa a través de un cargador frontal, por medio cadenas de acero conectadas pernos de levantamientos introducidos en la losa.



Figura 4.6

Levantamiento de losa con cadenas de acero conectadas a pernos.

En caso de que el deterioro del pavimento sea severo resultando en una remoción por levantamiento insegura, se debe demoler el pavimento en pequeños fragmentos por medio del uso de martillos neumáticos, retirando cuidadosamente los escombros con retroexcavadora y herramientas manuales.



Figura 4.7

Demolición cuidadosa de un pavimento severamente dañado.

Una técnica para lograr un comportamiento monolítico entre el pavimento nuevo a colocar, y el antiguo, consiste en que en el sentido transversal se hagan dos cortes con sierra, hasta una profundidad equivalente a $\frac{1}{4}$ del espesor de la losa y a unos 150 mm más afuera de la línea que delimita la zona por reemplazar. Enseguida, por las líneas interiores se corte con sierra en todo el espesor. Luego, mediante martillos neumáticos se proceda a demoler y retirar el material deteriorado del pavimento en todo su espesor, dejando las paredes de la zona delimitada a reparar con una textura rugosa.

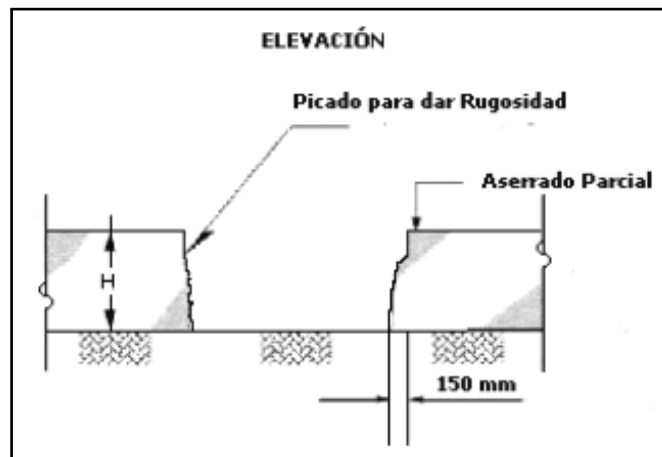


Figura 4.8

Picado de losa para dar rugosidad

[FUENTE: CODIGO DE NORMAS Y EETT DE OBRAS DE PAVIMENTACIÓN MINVU 2008]

Para la junta longitudinal y los extremos laterales del pavimento, si éstos son también pavimentados, los cortes también se profundizan a todo el espesor; si los extremos laterales no son pavimentados se hace espacio para luego colocar un moldaje.

Cuando la zona dañada incluya una junta de contracción, se procure dejarla en el centro del área por remover.

Si en el proceso de remoción se produce algún daño en las sub-bases, ésta se repara de manera que quede perfectamente lisa, a la cota que corresponda y a la compactación según la norma correspondiente.

En las caras de las losas antiguas, excluyendo la losa adyacente (junta longitudinal), se realizan perforaciones horizontales cada 600 mm (la más cercanas al borde externo a 500 mm) y de 300 mm de longitud con un diámetro adecuado para empotrar barras de acero estriadas, de 12 mm de diámetro y 600 mm de longitud, con el fin de amarrar las losas antiguas con el nuevo hormigón.

Para el empotramiento se usa una lechada de cemento hidráulico con un aditivo expansor.

El hormigón a utilizar debe tener una resistencia de 5 mpa a la flexotracción, y debe cumplir las mismas especificaciones que un pavimento nuevo (dosificación, fabricación, transporte, construcción, curado, aserrado, entrega, controles, etc.)

Se debe asegurar la humedad y limpieza de polvo u otra sustancia, en las caras de las losas no removidas ya que el hormigonado se debe realizar contra las caras de estas.

Para obtener un parche de buena calidad es crítica la colocación, terminación y textura final de la superficie que se le dé al hormigón, incluyendo el vibrado priorizando la utilización de cercha vibradora que es la que entrega mejores resultados.

Si pavimentos adyacentes sufrieron algún daño, reparar y limpiar antes de entregar.

4.1.3 Reparación de espesor parcial

Esta operación se realiza con el fin de reparar juntas de pavimentos de hormigón, de contracción y longitudinales, que presentan “saltaduras” o “desconches” en las aristas de la losa, estas afectan sólo la parte superior del hormigón alcanzando hasta un tercio del espesor de la losa.

Primero se debe establecer la zona deteriorada, que puede ser mayor que lo que aparenta desde la superficie, la profundidad a remover varía entre 25 y 100 mm, dependiendo de la condición en la que se encuentra el hormigón, lo que se puede constatar por medio de la extracción de un testigo del hormigón o por medio de auscultación (golpeando con un martillo o una barra de acero con el propósito de analizar el sonido de respuesta, si es metálico el hormigón se encuentra en buenas condiciones, si suena apagado o hueco, se encuentra deteriorado).

La zona a demarcar debe ser siempre cuadrada o rectangular, esta se aserrará hasta una profundidad de 50 mm, procediendo después con la demolición del interior de la demarcación con martillo neumático liviano a no más de un tercio del espesor de la losa procurando que el fondo de la zona removida quede irregular y rugosa para beneficiar la adherencia con hormigón nuevo.



Figura 4.9

Aserrado de losa.

Si el hormigón deteriorado alcanza una mayor profundidad que un tercio del espesor de la losa, será necesario realizar una reparación de espesor total.

La tensión entre el pavimento nuevo a colocar y el antiguo puede provocar nuevas saltaduras, por lo que se recomienda formar la junta cuando el hormigón este fresco, por medio de una faja delgada de plástico, tablilla cubierta en asfalto u otro elemento que separe ambos hormigones.

Debido a que generalmente estas reparaciones comprenden una gran superficie en relación a su volumen, la humedad se pierde con rapidez por lo cual el uso de un sistema de curado se hace necesario.

Para que la unión de ambos pavimentos sea monolítica, antes de hormigonar, sobre el fondo rugoso e irregular de la zona removida, se debe realizar una limpieza mediante hidrolavado para luego recubrir la superficie de contacto con un puente de adherencia o una lechada de relación 1:1 de agua y cemento hidráulico.



Figura 4.10

Aplicación de puente de adherencia.

Se procede a rellenar con un hormigón de resistencia característica de 5 Mpa a la flexotracción, el cual debe ser compactado con un vibrador de inmersión, terminando con un platabado desde el centro hacia las orillas, finalizando con una textura similar al resto de los pavimentos, con el objetivo de mimetizar el parche.



Figura 4.11

Relleno de hormigón 5 mpa de resistencia.

4.1.4 Cepillado de la superficie

El cepillado del pavimento de hormigón se realiza con el objetivo de reducir las irregularidades, mejorando la serviciabilidad y prolongando la vida útil. El procedimiento elimina irregularidades creadas por el escalonamiento de juntas y deformaciones causadas por gradientes térmicos y/o durante la construcción, resultando en el incremento de fricción entre neumáticos y pavimento. No aumenta la capacidad estructural del pavimento pero minimiza los efectos dinámicos de las cargas incrementando la vida útil del pavimento.

El cepillado se debe ejecutar con una máquina autopropulsada especialmente diseñada para suavizar y dar una textura adecuada a la superficie.

El equipo debe cepillar como mínimo 0,90 m de ancho por pasada, sin provocar desconches o saltaduras en los bordes de las juntas, grietas o en otros lugares, revisando constantemente que el trabajo sea adecuado.

El cepillado se debe realizar una vez terminados todos los trabajos, ya sean de cambios de losa, reparación de juntas, grietas y otros, exceptuando el resellado de juntas y grietas que se hace con posterioridad.

Se deben remover los residuos del cepillado con prontitud, antes que eventualmente lo haga el viento y tránsito.

El tratamiento debe afectar como mínimo al 95% de la superficie, resultando la losa de apariencia uniforme y con textura formada por ranuras longitudinales paralelas al borde o eje del pavimento.

El equipo debe realizar entre 175 y 188 ranuras por metro repartidas uniformemente, creando corrugaciones cuyo punto más alto sean de 2,4 y 8 mm más altos que los puntos más bajos.



Figura 4.12

Cepillado de pavimento de hormigón con maquinaria de 180 discos diamantados paralelos montados en cabezal de corte.

4.1.5 Colocación de barras (Reposición de transferencia de cargas)

Esta operación se realiza con el propósito de reponer la transferencia de carga en las juntas y grietas transversales por medio de colocación de barras de transferencia de carga a mitad de espesor de losa.

Estas barras son de acero liso a la cual se le aplica una mano de agente anti adhesivo, son sostenidas por sillas que mantienen la barra en el centro y en sus extremos llevan 2 tapas de expansión plásticas que permiten una expansión del hormigón de 6 mm.



Figura 4.13

Barras de transferencia de carga, con tapas de expansión plásticas en los extremos, sostenidas en sillas.

Se comienza demarcación del corte de ranuras usando plantillas paralelas al eje longitudinal de la vía para insertar en estas las barras de transferencia, estas ranuras se realizan a través de una maquina cortadora de pavimento que tiene un eje en el cual van montados 2 discos paralelos de sierra diamantada.



Figura 4.14

Ejecución de corte de ranuras con máquina cortadora de pavimento.

Las barras más cercanas al borde de la junta longitudinal, deben quedar a una distancia entre 0,6 m y 1,2 m desde el borde longitudinal para no interferir con las barras de amarre longitudinales, alineadas con el eje central de la vía, en línea con la superficie y centrada en la junta o grieta con un mínimo de 6" de barra por cada lado.

Terminadas las ranuras, se procede a remover el hormigón con martillos neumáticos livianos de no más de 30 libras, asegurando un espacio de 20 mm para la barra en el fondo de esta.



Figura 4.15

Remoción de hormigón realizado con martillo neumático.

La limpieza de la ranura se realiza mediante de un mecanismo a presión con un arenado asegurándose de limpiar de todo material y polvo las paredes y fondo de la ranura.



Figura 4.16

Arenado de las ranuras con chorro de arena a presión.

Una vez colocada, centrada y alineada la barra, se coloca un tablero compresible de poliestireno expandido con el fin de reformar la junta de dilatación o grieta que atraviesa la barra.



Figura 4.17

Colocación de tablero compresible de poliestireno expandido en grieta.

El mortero a utilizar en el parche, consistirá en mortero de alta resistencia y de material granular limpio de tamaño máximo hasta 8 mm, este se compacta con sonda vibratoria de inmersión manual, acabando la superficie emparejando con el hormigón que la rodea, finalizando con la aplicación de una membrana de curado, la cual debe ser de al menos de 2 horas antes de someter esta reparación a la apertura de tránsito y carga de vehículos.



Figura 4.18

Colocación de mortero de alta resistencia en ranura.

4.1.6 Nivelación de bermas

Esta operación comprende la reparación de bermas, ya sean estas revestidas de hormigón o no revestidas en hormigón, esta reparación se realiza cuando estas se encuentran desniveladas o deformadas respecto al borde del pavimento, o que en su geometría no se encuentren en un plano liso con pendiente adecuada.

Un desnivel entre berma y pavimento puede ser peligroso para un vehículo que se ve en la necesidad de abandonar la pista de circulación a cierta velocidad, por eso es inaceptable una desnivelación mayor a 40 mm.

Bermas no revestidas de hormigón: Se debe demarcar toda la zona desnivelada o deteriorada que debe ser reparada, la cual comprende todo el ancho de la berma, incluyendo el sobre ancho de compactación si lo hubiese, en el sentido longitudinal el área será limitada por líneas normales al eje del camino.

La pendiente transversal del área a tratar debe estar comprendida entre 4% y 6% en tramos rectos, en tramos curvos esta no debe superar el 8%, por lo cual se deben colocar estacas y otras marcas en el borde exterior para delimitar cotas y límites del área por recebar.

Se procede con la escarificación del área a tratar, previniendo dañar al pavimento adyacente ni a la berma que se encuentra en buen estado, este escarificado debe tener al menos 50 mm de profundidad y deben retirarse todas las piedras mayores a 50 mm.

Finalmente se procederá al recebado y compactado del material hasta alcanzar al menos un 95% de la D.M.C.S, obteniendo una superficie plana, con la pendiente prevista y a nivel del borde del pavimento.

Bermas revestidas de hormigón: Se debe demarcar toda la zona desnivelada o deteriorada que debe ser reparada, la cual comprende todo el ancho de la berma, incluyendo el sobre ancho de compactación si lo hubiese, en el sentido longitudinal el área será limitada por líneas normales al eje del camino.

La pendiente transversal del área a tratar debe estar comprendida entre 4% y 5% en tramos rectos, en tramos curvos esta no debe superar el 8%, por lo cual se deben colocar estacas y otras marcas en el borde exterior para delimitar cotas y límites del área por recebar.

El corte del pavimento se realizará con sierra u otra herramienta que dejen cortes limpios, una vez removido el pavimento se procede con la escarificación de la base a tratar, este escarificado debe tener al menos 50 mm de profundidad y deben retirarse todas las piedras, trozos de pavimento o costras mayores a 50 mm.

En ambos procedimientos nombrados, de corte y escarificación, se debe prevenir dañar al pavimento adyacente ni a la berma que se encuentra en buen estado.

Se procederá al recebado y compactado de la base hasta alcanzar al menos un 95% de la D.M.C.S, obteniendo una superficie plana, con la pendiente prevista y a nivel del borde del pavimento para finalmente aplicar riego de liga o imprimación para colocar una mezcla asfáltica de espesor mínimo de 50 mm de reemplazo o un tratamiento superficial.

4.1.7 Instalación de drenaje de pavimento

Este tipo de drenaje se instala a lo largo de ambos bordes exteriores de la calzada.

Se comienza con la excavación de la zanja cuya pendiente longitudinal será paralela al borde del pavimento exterior del pavimento, el fondo de zanja deberá ser compactado para que esta sea pareja y sin materiales sueltos.

Una vez terminado el fondo de zanja, esta se cubrirá con geotextil, el cual su instalación se realizará en sentido contrario al escurrimiento de las aguas, para evitar que el traslape quede a contrapelo, esta debe quedar sin arrugas ni bolsones de aire.

Los tubos de drenaje reposaran sobre material permeable, compactado, entre 3 a 5 cm de espesor, y al igual que el geotextil, este material permeable debe ser instalado en sentido contrario al escurrimiento de las aguas.

Cuando un tramo del tendido de tubería ha sido terminado, se completará el relleno de la zanja con material permeable compactado manualmente, para luego ser cubierto con tela geotextil que deberá traslaparse en todo el ancho.

Los trabajos de geotextil, tuberías y material permeable se realizaran por tramos, e instalando tuberías de descarga cada 50 m, donde en todos los puntos bajos del perfil longitudinal o sectores en corte donde no es posible cumplir con esta exigencia, se deberá aumentar proporcionalmente la sección de la tubería longitudinal.

Las tuberías de descargas serán similares a las utilizadas en el dren, pero sin ranuras o perforaciones, reposaran en zanjas con relleno estructural, y estarán desprendidas en ángulos de 45°, las cuales deberán descargar a través de las zonas de berma con una pendiente mínima de 5% y contar con un muro de hormigón armado en su terminal de salida.

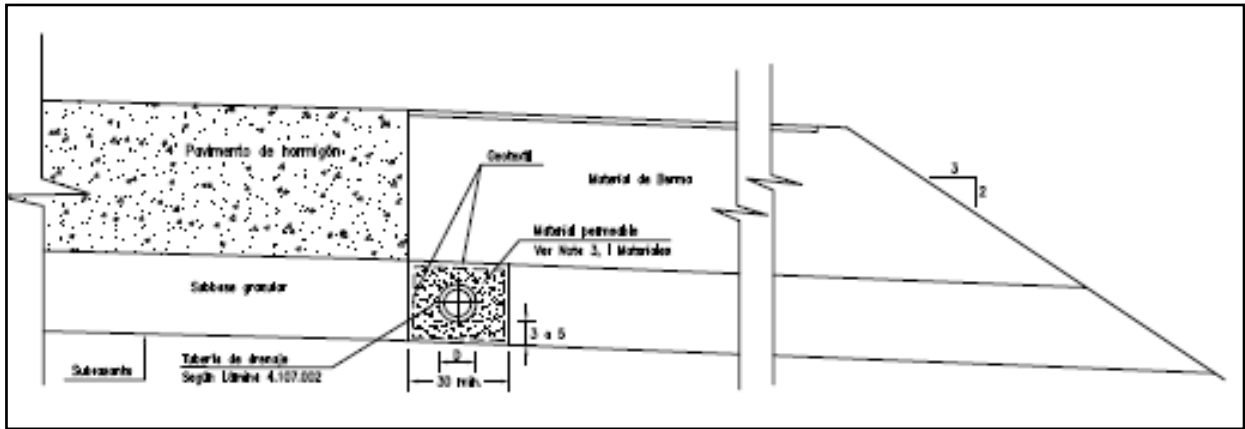


Figura 4.19

Dren de pavimento.

[FUENTE: MANUAL DE CARRETERAS, VOLUMEN 4]

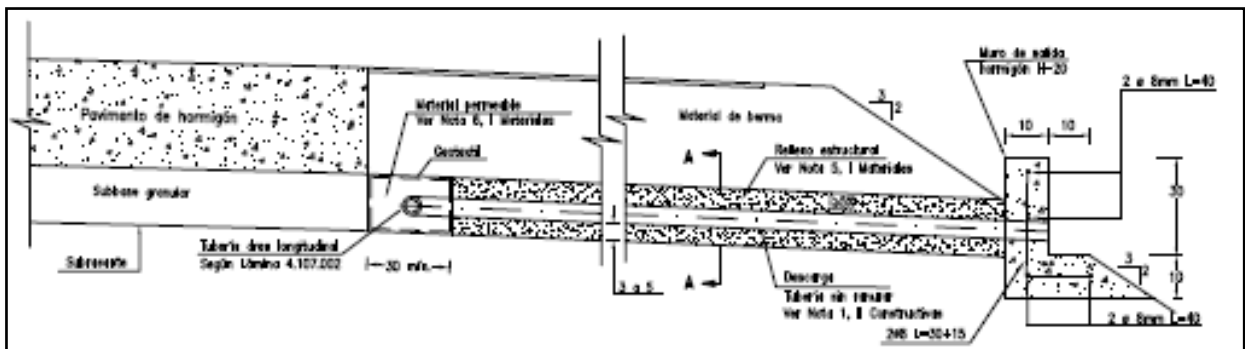


Figura 4.20

Tubería de descarga conectada a dren de pavimento.

[FUENTE: MANUAL DE CARRETERAS, VOLUMEN 4]

4.1.8 Estabilizado de losa

El Estabilizado de Losas de Hormigón consiste en el bombeo de una lechada de cemento para rellenar los vacíos, justo por debajo de las losas, con el fin de estabilizar el pavimento.

La mezcla de relleno debe ser capaz de formar una masa sólida y duradera que llenara eficazmente los vacíos. Una vez identificadas las losas a estabilizar se debe realizar un patrón de perforación, por medio de un análisis deflectométrico, que consiste en la ubicación de los puntos en que se va a perforar la losa. Los orificios se realizan con un extractor de testigos, de un diámetro seguro para la boquilla del inyector, y hasta el final de la losa, sin tocar la sub base.



Figura 4.21

Perforación de losa donde se ubicará boquilla de inyección.

La lechada a inyectar se prepara con cemento puzolánico de alta resistencia para llenar hasta los vacíos más pequeños.

Se debe monitorear en todo momento la desviación de la losa durante a inyección, por lo cual se ubica la viga Benkelman cerca del punto de inyección, colocando su extremo fuera de la losa que está en reparación.



Figura 4.22

Viga Benkelman junto a punto de inyección, apoyada en losa adyacente.

Al estar ubicada la boquilla de inyección en la perforación, comienza el bombeo de la lechada a una tasa baja de presión, desplazando el agua libre bajo la losa. Se debe detener el bombeo si la losa comienza a elevarse, si la lechada empieza a salir por algún agujero adyacente, o si la lechada no se está bombeando.



Figura 4.23

Inyección de lechada bajo la losa.

Si después de un minuto no hay elevación de losa y no hay evidencia de lechada en ningún agujero o junta adyacente, se retira el inyector de lechada y se coloca un tapón de madera en la perforación.



Figura 4.24

Instalación de tapón de madera, al retirar boquilla de inyección.

Terminado el proceso, toda la mezcla debe ser removida de la perforación u hoyos por donde se haya escapado esta, rellenando con un mortero de arena-cemento, o con un material de parche de fraguado rápido.

4.1.9 Construcción de Micropavimento.

Se llama Micropavimento a la pavimentación superficial de capas delgadas de al menos de 1 cm de espesor, esta solución permite restaurar la textura superficial y proveerla de mayor resistencia al deslizamiento. Se puede utilizar para corregir la textura inadecuada del pavimento o para el desprendimiento de partículas.

El Micropavimento posee los mismos componentes que la Lechada asfáltica (árido bien graduado, polvo mineral y agua), pero la emulsión utilizada es modificada con polímeros y los áridos son de mayor calidad mecánica que los utilizados en las Lechadas, por lo cual, el Micropavimento es utilizado en vías importantes, constituyendo así, una capa de rodadura uniforme e impermeable que garantiza la conservación de cualquier tipo de vía de tránsito vehicular. Entre sus características principales podemos mencionar que suministra la resistencia necesaria a las fuerzas abrasivas del tránsito vehicular.

La Lechada se fabrica en mezcladoras móviles autopropulsadas que simultáneamente realizan la extensión. El equipo dispone de los elementos para realizar o facilitar la carga de todos los materiales (áridos, emulsión, adiciones, agua etc.), así como de la capacidad de carga necesaria para realizar aplicaciones en continuo de más de quinientos metros (500 m). Se recomienda que el mezclador sea de tipo continuo, y los tanques y tolvas de los distintos materiales tengan su salida sincronizada con él, con las dosis necesarias para lograr la composición correspondiente a la fórmula de trabajo. La Lechada pasa del mezclador a la caja repartidora a través de una compuerta regulable, provista del número de salidas necesarias para distribuir uniformemente la Lechada asfáltica en la caja repartidora

La extensión de la Lechada asfáltica se realiza por medio de la caja repartidora, remolcada sobre la superficie a tratar, generalmente por el equipo que lleva la mezcladora.

Se recomienda que dicha caja sea metálica, de anchura regulable, y esté dotada de dispositivos de cierre laterales (para evitar pérdida de Lechada) y de una enrasadora de goma flexible. Es aconsejable que ambos dispositivos sean ajustables, de modo que puedan ser adaptados a las secciones con peraltes o bombeos, asegurando una aplicación uniforme de Lechada y que la goma de la enrasadora sea renovada cuantas veces resulte preciso, de modo que la caja lleve en su interior un dispositivo que reparta uniformemente la Lechada ante la enrasadora.



Figura 4.25

Construcción de Micropavimento por medio de pavimentadora Berkamp.

4.1.10 Instalación de armadura de satélite de refuerzo.

Se comienza realizando la identificación de la zona a remover, la cual deberá ser de forma cuadrada o rectangular, realizando un trazado o marcado para limitar la zona, agregando 0,05 m más afuera de la zona detectada como defectuosa.

Al iniciar el corte, se recomienda realizar cuadrículas de corte dentro de la sección, con el fin de facilitar la demolición del pavimento, el cual se realizará con martillo neumático liviano.



Figura 4.26

Corte de pavimento en cuadrículas para facilitar demolición.

Una vez demolido y realizada la limpieza del sector, se procede a colocar el marco de la cámara, nivelado con lienza con los pavimentos adyacentes, y una protección a la cámara para evitar el ingreso de hormigón a la misma, esta puede ser de madera cholguán u otro material lo suficientemente elástico que permita cerrar el perímetro de la cámara sin deteriorarse, si la base granular ha sido afectada durante el procedimiento, debe reponerse y compactarse.



Figura 4.27

Colocación de marco, protección de cámara y nivelación con pavimento.

Terminada la instalación del marco, se realiza la instalación de la armadura de satélite de refuerzo, verificando que esta quede bajo 2 cm del nivel del pavimento, para así otorgarle recubrimiento a la armadura al comenzar con el hormigonado final.



Figura 4.28

Colocación de armadura satélite de refuerzo.

Cuando el hormigón de alta resistencia ya ha sido colocado, se debe realizar la compactación por medio de un vibrador de inmersión, para finalizar con un platachado para darle textura final a la superficie.



Figura 4.29

Hormigonado y vibrado de refuerzo de cámara.

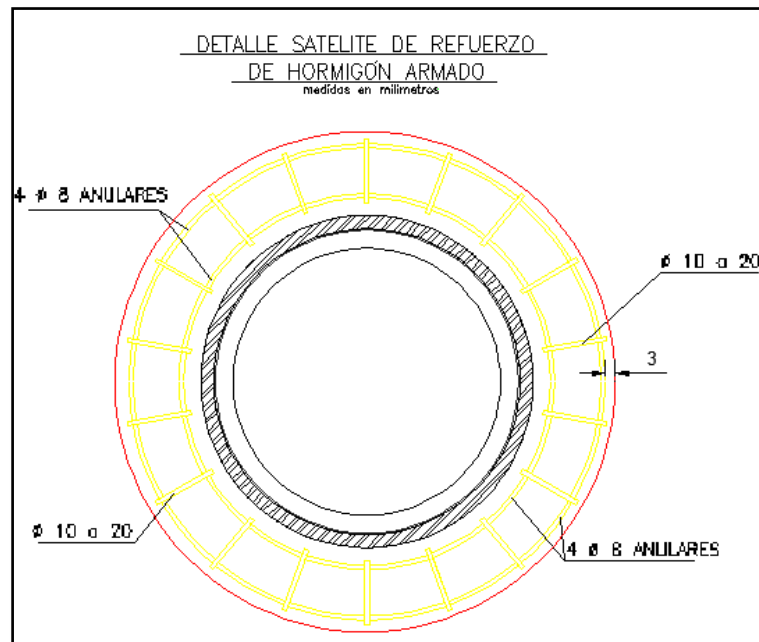


Figura 4.30

Detalle de armadura satélite de refuerzo.

[FUENTE: MANUALES Y NORMATIVAS DE PAVIMENTACIÓN, SERVIU, REGIÓN METROPOLITANA]

4.2 Técnicas aplicadas a diferentes tipos de fallas.

Una vez conocidas los tipos de deterioros y diversas técnicas de conservación o rehabilitación, ya se puede dilucidar qué tipo de intervenciones son adecuadas para la conservación, sin embargo, en Chile, existen diversos documentos como el “Código de normas y especificaciones técnicas de obras de pavimentación” o el “Manual de carreteras”, que especifican la técnica a utilizar para intervenir cada tipo de falla, de acuerdo a su nivel de deterioro correspondiente.

TABLA 4.1

Técnicas aplicadas a diferentes tipos de fallas

FALLAS Y DETERIOROS	SEVERIDAD	ACCIÓN DE CONSERVACIÓN
Deficiencias del sellado	Baja, Media, Alta	Sellado de Juntas y grietas.
Juntas y grietas saltadas	Baja	Sellado de Juntas y grietas.
	Media, Alta	Reparación de espesor parcial.
Separación de la junta longitudinal	Baja	Sellado de Juntas y grietas.
	Media, Alta	Reconstruir tramo, colocar barras de amarre y reparación de espesor completo.
Fisuras y grietas de esquina	Baja	Sellado de Juntas y grietas.
	Media, Alta	Reparación de espesor completo.
Fisuras y grietas longitudinales, transversales.	Baja, Media	Sellado de Juntas y grietas.
	Alta	Reparación de espesor completo.
Fisuramiento por retracción (tipo malla)	Baja, Media, Alta	Reparación de espesor parcial.
Desintegración	N.A	Reparación de espesor parcial.
Baches	N.A	Reparación de espesor parcial;
		Reparación de espesor completo.
		Limpieza, aplicación de puente de adherencia y relleno de hormigón con aditivo expansor.
		Colocación de carpeta asfáltica.
Levantamiento localizado	N.A	Reparación de espesor completo.
Escalonamiento de juntas y grietas	Baja	Sin Intervención; Cepillado de la superficie.
	Media	Cepillado de la superficie. Mejorar drenaje, estabilizado de losa y Colocación de barras (Reposición de transferencia de cargas);
Descenso de la berma	Baja, Media, Alta	Nivelación de bermas.

[FUENTE: MOP – 2015 – MANUAL DE CARRETERAS - MANTENIMIENTO VIAL - VOLUMEN 7]

Separación de la berma	N.A	Sellado de juntas y grietas.
Parches o bacheos deteriorados	Baja, Media	Reparación de espesor parcial.
	Alta	Reparación de espesor completo y Colocación de barras (Reposición de transferencia de cargas).
Surgencia de finos o Bombeo	Baja, Media, Alta	Sellado de juntas y grietas, instalación de drenes.
Textura inadecuada o desprendimientos	N.A	Cepillado de la superficie, aplicación de puente de adherencia y construcción de micropavimento.
Fragmentación múltiple	Alta	Reparación de espesor completo.
Cruce ferroviario	Baja	Sin intervención.
	Media	Reparación de espesor parcial; Reconstrucción del cruce.
	Alta	Reparación de espesor parcial; Reconstrucción del cruce.
Desconche de esquinas	Baja	Sin intervención.
	Media	Reconstrucción de espesor parcial.
	Alta	Reconstrucción de espesor parcial.
División de losas	Baja	Sin intervención; Sellado de Juntas y grietas.
	Media	Reemplazar Losa.
	Alta	Reemplazar Losa.
Grieta de durabilidad "D"	Baja	Sin intervención
	Media	Reparación de espesor completo, reconstrucción de juntas.
	Alta	Reparación de espesor completo. Reconstrucción de juntas. Reemplazar losa.
Punzonamiento	Baja	Sin intervención; Sellado de juntas y grietas.
	Media	Reparación de espesor completo.
	Alta	Reparación de espesor completo.
Deterioros adyacentes a cámaras.	N.A	Instalación de armadura de satélite de refuerzo.

[FUENTE: MOP – 2015 – MANUAL DE CARRETERAS - MANTENIMIENTO VIAL - VOLUMEN 7]

5. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO DE PRUEBA

5.1 Descripción de sector de evaluación.

El sector evaluado comprende a una avenida ubicada en la comuna de Santiago, barrio universitario, específicamente al sector ubicado en la avenida Sazie, entre las avenidas Almirante Latorre y José Miguel Carrera, cuyo tramo consiste de pavimento un pavimento de hormigón de gran deterioro debido a que este pavimento es de gran antigüedad.

Para obtener información del sector evaluado de esta avenida (Especificaciones técnicas, planos, características del pavimento, soleras, veredas, etc.), se recurrió al departamento de pavimentación de la Municipalidad de Santiago, y se hizo una solicitud de obtención de información por medio de la aplicación de la ley N° 20.285, llamada ley de transparencia o ley de acceso a la información pública, la cual en un plazo de 20 días hábiles, debe entregar obligadamente una respuesta, ya sea entregando la información requerida por medio de la solicitud, o una declaración afirmando que la información no se encuentra disponible y explicando los motivos del porqué de esto, como sucedió en este caso.

Acuso de recepción de solicitud y respuesta de municipalidad en **Anexo A1**.

Debido a que no es posible acceder a la información detallada de diseño requerida ya que el pavimento es muy antiguo, y los pavimentos nuevos que si cuentan con información probablemente no se encuentran en condiciones suficientemente deterioradas para realizar un análisis conforme, se realizó el levantamiento de datos a través de mediciones en terreno y a base de supuestos como el espesor de pavimento y la base granular.

Se realizó una medición en terreno, de la avenida Sazie, en la cual fueron registradas todas las dimensiones de sus pistas, losas, deterioros y severidad de los mismos, logrando un esquema real de las condiciones en las que se encuentra actualmente el pavimento, dividiendo su longitud en 6 tramos, los cuales se utilizaron para realizar un análisis específico de cada sector.

El pavimento cuenta con 2 pistas, con tránsito de un solo sentido hacia poniente, cada pista cuenta con un ancho de 3,7 metros en todo el sector, y cuenta con losas de longitudes variadas, desde 1,1 metros hasta los 15 metros, el sector a analizar cuenta con una longitud de 106,8 metros.

Es interesante notar que a pesar de los años que han transcurrido desde la construcción de la avenida, aún se pueden apreciar los diseños originales y errores en su proceso constructivo, como la falta de control y un standard de diseño en los años que se construyó en el pavimento, los cuales permitieron la existencia de losas de 15 metros de longitud, las cuales se quebraron a mitad de losa debido a la carga realizada por el tránsito.

Se destacan muchos otros errores constructivos originales como juntas no coincidentes entre pistas, las cuales producen grietas en la losa colindante que no posee junta, por lo cual se deduce el uso de barras de amarre y de traspaso en las losas.

En cuanto al espesor de la losa y de la base granular, se trabajará con un supuesto de 20 cm de cada uno, en caso de que el pavimento sea de dimensiones superiores y estos incrementen los tiempos y costos de trabajo, estos se cobrarían como extras.

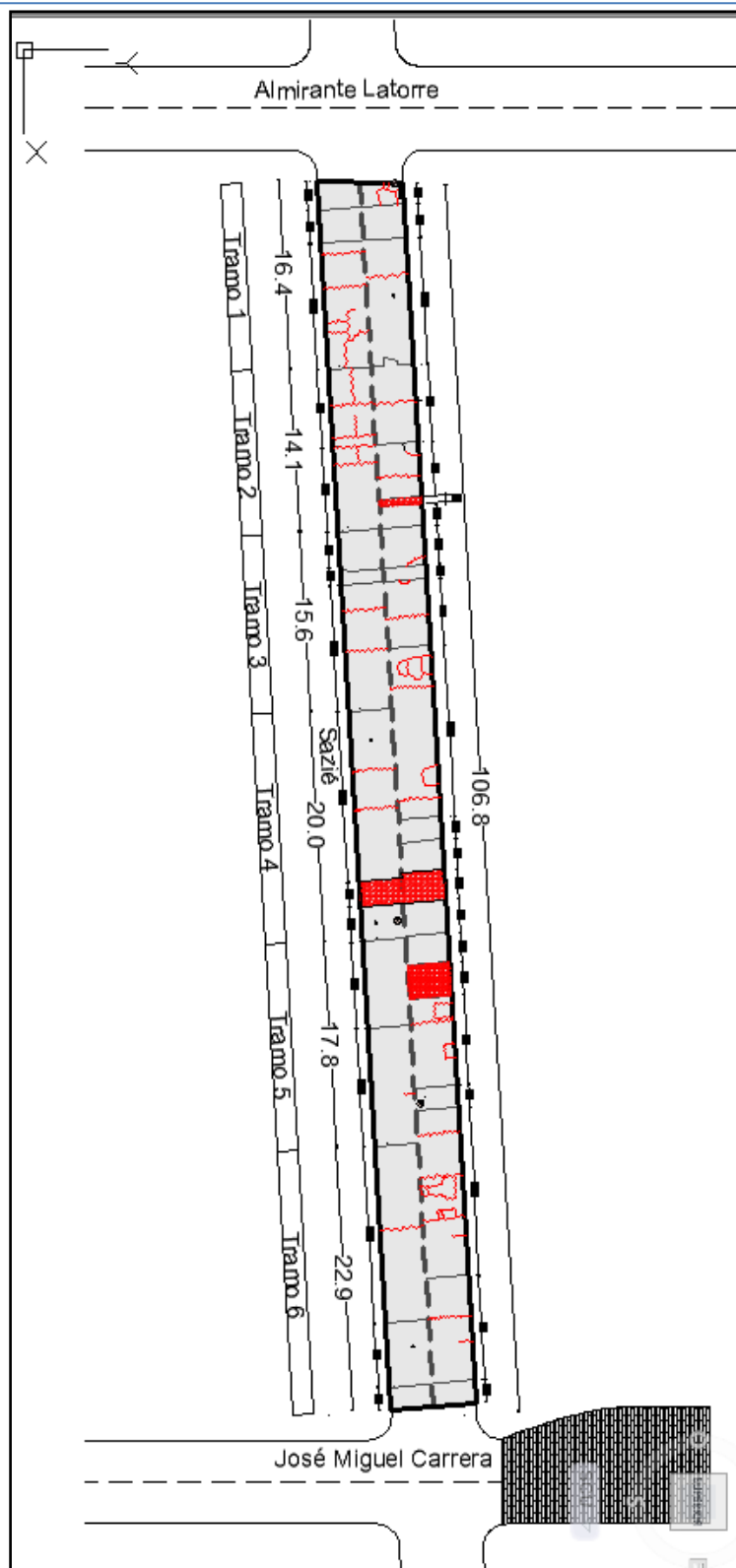


Figura 5.1

Esquema real del estado actual de la Avenida Sazie

[FUENTE: MEDICIÓN Y ELABORACIÓN PROPIA]

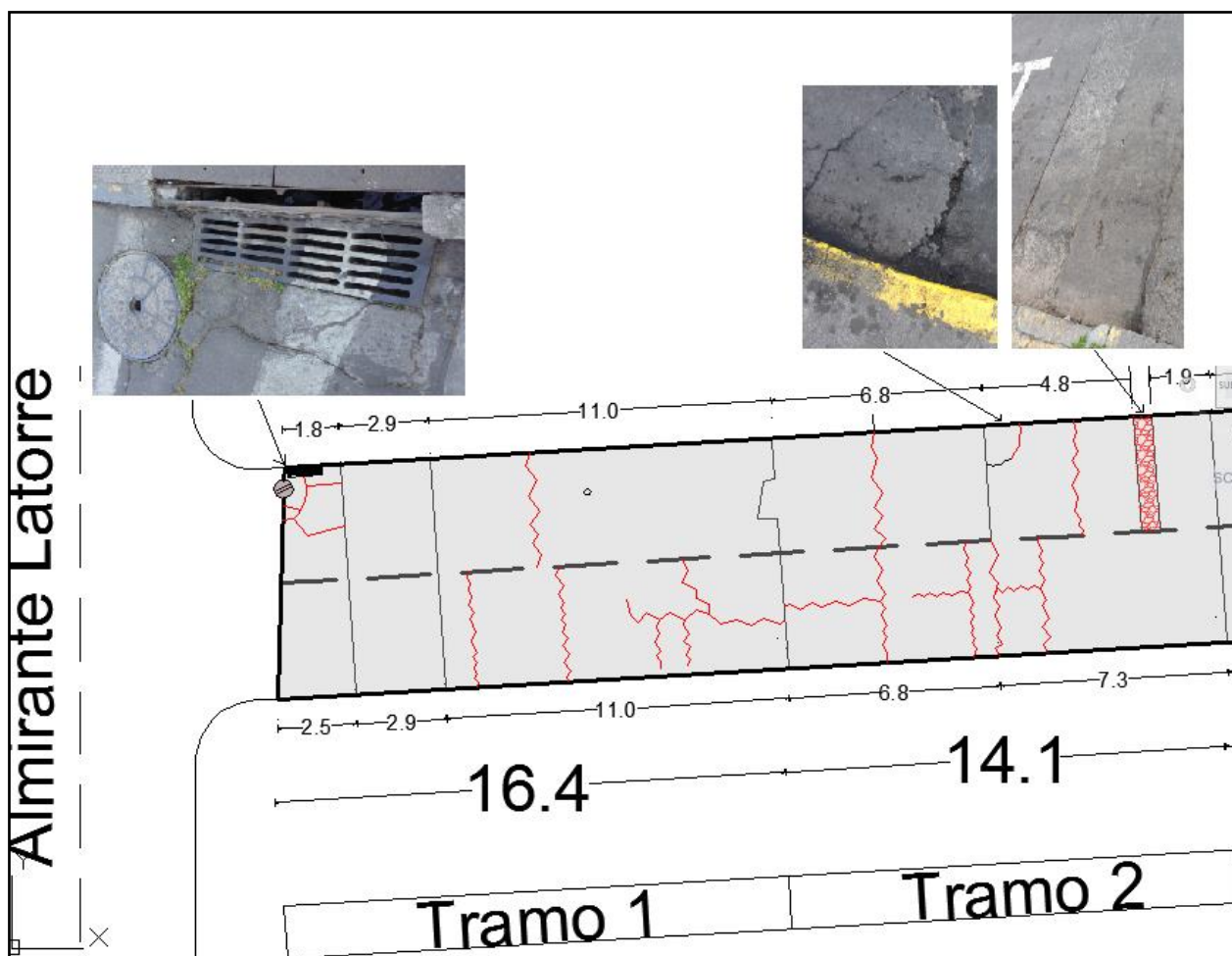


Figura 5.2

Esquema real del estado actual de la Avenida Sazie, tramos 1 y 2.

[FUENTE: MEDICIÓN Y ELABORACIÓN PROPIA]

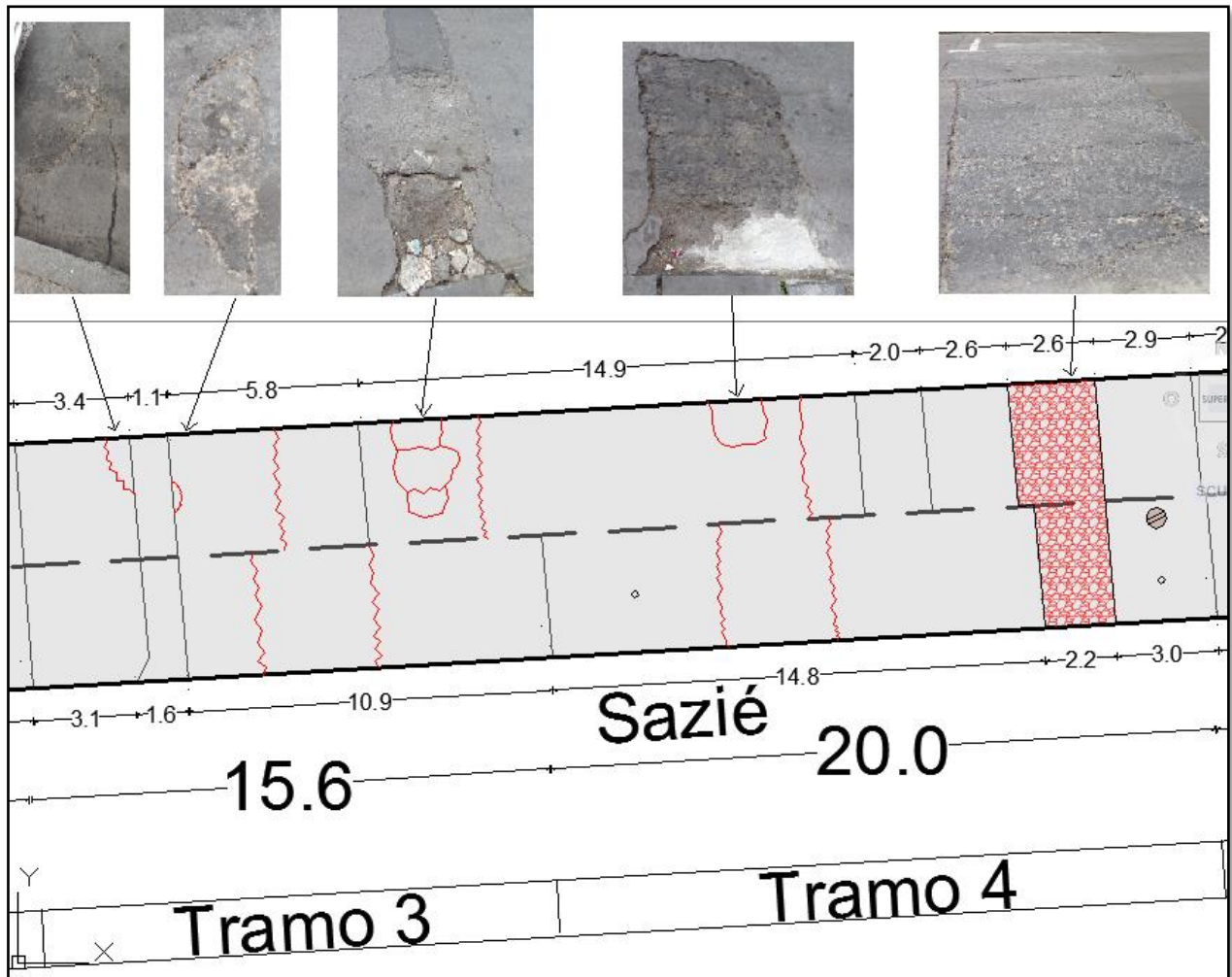


Figura 5.3

Esquema real del estado actual de la Avenida Sazie, tramos 3 y 4.

[FUENTE: MEDICIÓN Y ELABORACIÓN PROPIA]

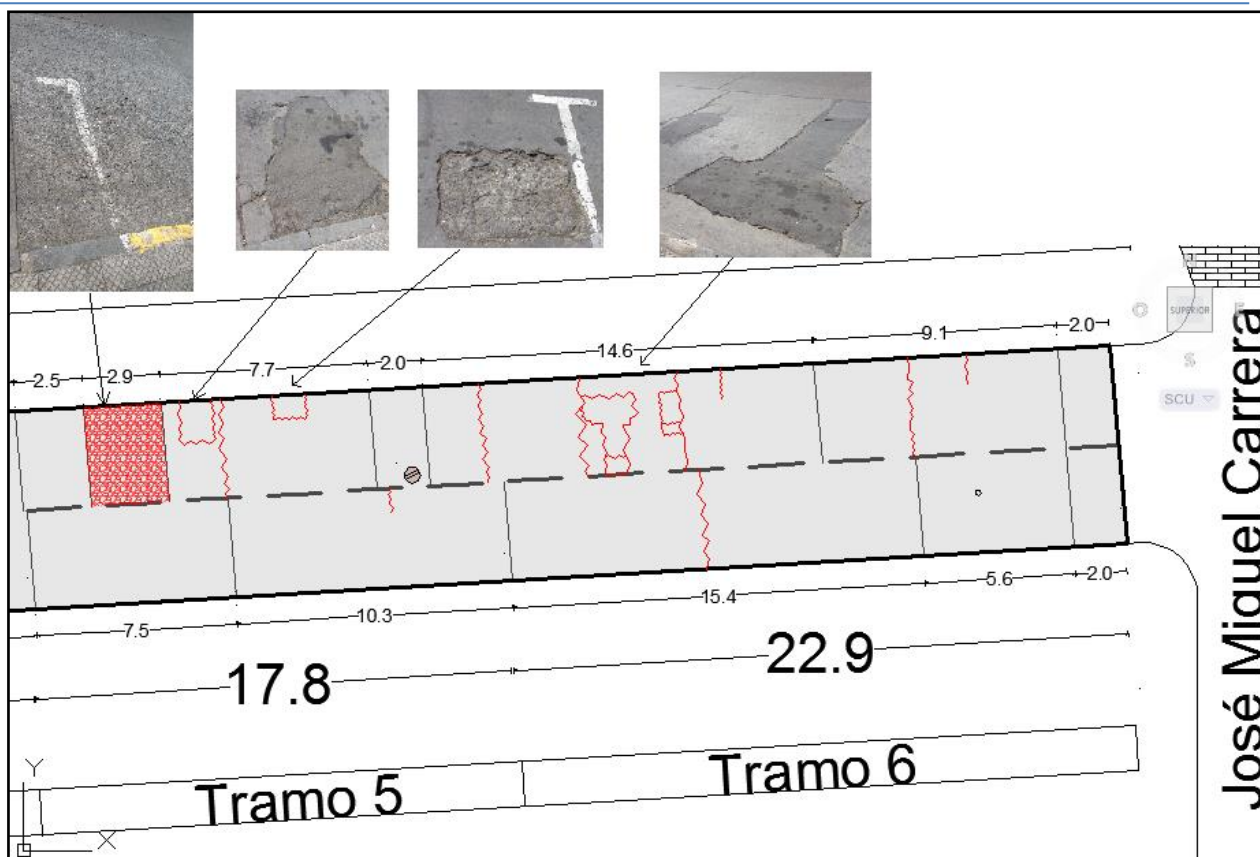


Figura 5.4

Esquema real del estado actual de la Avenida Sazie, tramos 5 y 6.

[FUENTE: MEDICIÓN Y ELABORACIÓN PROPIA]



Figura 5.5
Avenida Sazie dirección poniente.



Figura 5.6
Avenida Sazie dirección oriente



Figura 5.7

Avenida Sazie, deterioro de textura inadecuada.



Figura 5.8

Avenida Sazie, Parches mal ejecutados y deteriorados.

6. LEVANTAMIENTO DE DATOS, ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO.

6.1 Levantamiento de datos y reparación recomendada.

En el siguiente análisis realizado en terreno, se muestra el estado real en la cual se encuentra la calzada de la avenida Sazie, en la cual se registró sus tipos de deterioros, dimensiones y severidades, el sector se dividió en 6 tramos con el fin de lograr un análisis específico de cada tramo.

En cada planilla se visualizan diversos ítems, los cuales se definen de la siguiente manera:

Detalle: Corresponde al tipo de deterioro detectado.

Baja, Media, Alta: Corresponde al nivel de severidad del deterioro detectado.

N.A: No aplica nivel de severidad, ciertos deterioros no se clasifican bajo niveles de severidad.

Med: Corresponde a la unidad de medición del deterioro, esta puede variar de acuerdo al tipo de deterioro o severidad del mismo.

Operación: Corresponde a la operación de conservación, reparación u mantenimiento recomendada a realizar, de acuerdo al tipo de falla y severidad correspondiente:

TABLA 6.1.1

LEVANTAMIENTO DE DATOS, TRAMO 1.

[FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]

Tramo 1 (0 m – 16.4 m)						
Detalle	Baja	Media	Alta	N.A	Med	Operación
Def. Sellado			7,42		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			7,39		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			7,39		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			15,6		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			16,43		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			16		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Grieta T.			4,2		m	Reparación de espesor completo, según operación 4.1.2
Grieta T.			4,5		m	Reparación de espesor completo, según operación 4.1.2
Grieta T.			4,3		m	Reparación de espesor completo, según operación 4.1.2
Det.Cámara				1	Un	Instalación de armadura de satélite de refuerzo 4.1.11
Frag. Múlt.			19,24		m ²	Reparación de espesor completo, según operación 4.1.2

TABLA 6.1.2

LEVANTAMIENTO DE DATOS, TRAMO 2.

[FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]

Tramo 2 (16,4 m – 30,5 m)						
Detalle	Baja	Media	Alta	N.A	Med	Operación
Def. Sellado			8,39		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			14,1		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			14,1		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			7,4		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			14,1		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Grieta T.			4,36		m	Reparación de espesor completo, según operación 4.1.2
Grieta T.			4,14		m	Reparación de espesor completo, según operación 4.1.2
Frag. Múlt.			31,4		m ²	Reparación de espesor completo, según operación 4.1.2
Desc. Esq.		1,3			m ²	Reparación de espesor parcial, según operación 4.1.3
Text. Inad				2,22	m ²	Construcción de micropavimento, según operación 4.1.10

TABLA 6.1.3

LEVANTAMIENTO DE DATOS, TRAMO 3.

[FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]

Tramo 3 (30.5 m – 46.1 m)						
Detalle	Baja	Media	Alta	N.A	Med	Operación
Def. Sellado			15,6		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			15,6		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			15,6		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			7,4		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			8,2		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			7,4		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			3,7		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			0,54		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Grieta Esq.			7,03		m ²	Reparación de espesor completo, según operación 4.1.2
Grieta T.			4,4		m	Reparación de espesor completo, según operación 4.1.2
Grieta T.			4,5		m	Reparación de espesor completo, según operación 4.1.2
Grieta T.			4,56		m	Reparación de espesor completo, según operación 4.1.2
Grieta T.			4,54		m	Reparación de espesor completo, según operación 4.1.2
Parche Det.			5,77		m ²	Reparación de espesor completo, según operación 4.1.2 y Colocación de barras de traspaso, según operación 4.1.6

TABLA 6.1.4

LEVANTAMIENTO DE DATOS, TRAMO 4.

[FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]

Tramo 4 (46.1 m – 66.1 m)						
Detalle	Baja	Media	Alta	N.A	Med	Operación
Def. Sellado			20		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			20		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			20		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			3,7		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			3,7		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			3,7		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			3,7		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			0,48		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			3,7		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			7,4		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			3,7		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Grieta T.			4,32		m	Reparación de espesor completo, según operación 4.1.2
Grieta T.			4,1		m	Reparación de espesor completo, según operación 4.1.2
Grieta T.			4,44		m	Reparación de espesor completo, según operación 4.1.2
Text. Inad				17.73	m ²	Construcción de micropavimento, según operación 4.1.10
Parche Det.			7,1		m ²	Reparación de espesor completo, según operación 4.1.2 y Colocación de barras de traspaso, según operación 4.1.6

TABLA 6.1.5

LEVANTAMIENTO DE DATOS, TRAMO 5.

[FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]

Tramo 5 (66,1 - 83.9 m)						
Detalle	Baja	Media	Alta	N.A	Med	Operación
Def. Sellado			3,7		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			3,7		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			3,7		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			3,7		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			17,8		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			17,8		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			17,8		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Text. Inad				10,7	m ²	Construcción de micropavimento, según operación 4.1.10
Grieta T.			4,4		m	Reparación de espesor completo, según operación 4.1.2
Grieta T.			1,01		m	Reparación de espesor completo, según operación 4.1.2
Grieta T.			4,55		m	Reparación de espesor completo, según operación 4.1.2
Parche Det.			6,14		m ²	Reparación de espesor completo, según operación 4.1.2 y Colocación de barras de traspaso, según operación 4.1.6
Parche Det.			5,7		m ²	Reparación de espesor completo, según operación 4.1.2 y Colocación de barras de traspaso, según operación 4.1.6

TABLA 6.1.6

LEVANTAMIENTO DE DATOS, TRAMO 6.

[FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]

Tramo 6 (83.9 m – 106,8 m)						
Detalle	Baja	Media	Alta	N.A	Med	Operación
Def. Sellado			3,7		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			3,7		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			3,7		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			7,4		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			7,4		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			22,9		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			22,9		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Def. Sellado			22,9		m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Grieta T.			4,6		m	Reparación de espesor completo, según operación 4.1.2
Grieta T.			3,94		m	Reparación de espesor completo, según operación 4.1.2
Grieta T.			4,26		m	Reparación de espesor completo, según operación 4.1.2
Grieta T.		1,28			m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Grieta T.		1,17			m	Sellado de juntas y grietas, según operación 4.1.1
Grieta T.			4,38		m	Reparación de espesor completo, según operación 4.1.2
Parche Det.			8,29		m ²	Reparación de espesor completo, según operación 4.1.2 y Colocación de barras de traspaso, según operación 4.1.6
Parche Det.			3,03		m ²	Reparación de espesor completo, según operación 4.1.2 y Colocación de barras de traspaso, según operación 4.1.6

En resumen, existen tipos de deterioros que se repiten en todo el sector, en el cual, el total de deterioros corresponde a:

Deficiencias del sellado (Severidad Alta): 455,24 m.

Fisuras y Grietas Transversales (Severidad Alta): 75,18 m. (Distancia transversal)

Fisuras y Grietas Transversales (Severidad Media): 2,45 m. (Distancia transversal)

Fisuras y Grietas de Esquina (Severidad Alta): 7,03 m².

Deterioros adyacentes a cámaras: 1 unidad.

Fragmentación múltiple (Severidad Alta): 50,62 m².

Desconche de esquinas (Severidad media): 1,3 m².

Textura inadecuada o desprendimientos: 30,65 m².

Parches o bacheos deteriorados (Severidad Alta): 36,04 m².

Al estar cuantificado el daño, podemos cuantificar las operaciones de conservación a realizar, lo cual corresponde a:

- Sellado de juntas: 455,24 m. ≈ 456 m.
- Reparación de espesor completo (Grietas Transversales severidad Alta): Los deterioros de grietas transversales se midieron en metros lineales, para calcular los m² a reparar en las grietas transversales y longitudinales, se ocupa el deterioro de ancho máximo encontrado de 90 mm, al cual se le debe agregar los 150 mm de corte y picado a cada lado que exige la norma, sin embargo, la norma nos exige como mínimo abarcar el ancho de la losa, y 0,5 m en sentido de longitudinal, por lo tanto los m² de reparación abarcan una superficie más amplia, por lo cual quedaran de la siguiente manera.

$(0,15 + 0,09 + 0,15) = 0,39 \text{ m} \rightarrow < 0,5 \text{ m}$ en sentido longitudinal, por lo cual usaremos 0,5 m como sentido longitudinal de reparación.

$$(75,18 \text{ m}) \times (0,5 \text{ m}) = 37,59 \text{ m}^2$$

Por lo tanto se obtienen 37,59 m² de reparación de espesor completo de grietas transversales.

Si agregamos a esto los 50,62 m² de fragmentación múltiple, los 7,03 m² de fisuras de esquina, y los 36,04 m² de parches o bacheos deteriorados, tenemos que:

Reparación de espesor completo total: $37,59 + 50,62 + 36,04 + 7,03 = 131,28 \text{ m}^2$.
 $\approx 132 \text{ m}^2$.

Reparación de espesor parcial: $1,3 \text{ m}^2 \approx 2 \text{ m}^2$.

Construcción de micropavimento: $2,22 + 17,73 + 10,7 = 30,65 \text{ m}^2 \approx 31 \text{ m}^2$.

Redondeando los valores, obtenemos:

Sellado de juntas : 456 ml.

Reparación de espesor completo : 132 m².

Reparación de espesor parcial : 2 m².

Construcción de micropavimento : 31 m².

Instalación de armadura de satélite de refuerzo: 1 unidad.

Estos valores corresponden solamente a las operaciones de conservación respecto a los deterioros existentes, sin embargo, estas operaciones de conservación generaran nuevas operaciones, como por ejemplo, las operaciones de reparación de espesor completo generaran nuevas juntas, las cuales hay que sellar.

La reparación de grietas transversales de severidades alta implica la creación de (150,36 ml) de juntas (cálculo en anexo) ya que las nuevas juntas deben ser selladas, también tenemos (14,80 ml) de juntas que deben ser creadas para que exista coincidencia de juntas transversales entre pistas, si agregamos las nuevas juntas que deberán ser selladas por las operaciones de reparación de espesor completo de fragmentación múltiple (14,8 ml), las de reparaciones de espesor completo por parches deteriorados correspondientes a (44,4 ml), las de reparaciones de espesor completo

por grietas de esquina (3,7 ml) y las de reparaciones de espesor parcial por desconche de esquinas (2,34 ml) tenemos:

Sellado de nuevas juntas y fisuras severidad mediana: $(150,36 \text{ ml.} + 14,80 + 14,8 + 44,4 + 3,7 + 2,34 \text{ de nuevas juntas}) + (2,45 \text{ de fisuras}) = 230,4 + 2,45 = 232,85 \approx 233 \text{ ml.}$ (Sikaflex 1A).



Figura 6.1

Ejemplo de reparación de espesor completo con reconstrucción de junta.

También estas reparaciones comprometerán la reposición de 51 ml soleras de piedra existentes (Cálculo en **Anexo B1**), debido a las actividades de conservación que comprometerán a las mismas.

Por lo que finalmente tenemos:

Sellado de juntas (Sello arena asfalto)	: 456 ml.
Reparación de espesor completo	: 132 m ² .
Reparación de espesor parcial	: 2 m ² .
Construcción de micropavimento	: 31 m ² .
Instalación de armadura de satélite de refuerzo	: 1 unidad.
Reposición de soleras de piedra canteada 12 cm	: 51 ml.
Sellado de nuevas juntas y fisuras severidad media (Sikaflex 1A)	: 233 ml.

6.2 Análisis de precios unitarios.

Para realizar los presupuestos de conservación y de reemplazo de losa, se debe realizar un análisis de precios unitarios para conocer los costos de cada partida, se trabajará con valores UF al día 18/10/2016 correspondiente a 26239,52 pesos chilenos.

TABLA 6.2.1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PARTIDA DE DEMOLICIÓN.

[FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]

1	DEMOLICIÓN DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN	M2				UF 0,4607
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario (UF)	Total (UF)	
1.1	Perforador	Día	0,1	UF 0,8321	UF 0,0832	
1.2	Jornalero	Día	0,2	UF 0,7489	UF 0,1498	
1.3	Arriendo Martillo neumático	Día	0,04	UF 1,7150	UF 0,0686	
1.4	Arriendo Sierra disco diamantado	Día	0,07	UF 0,1906	UF 0,0133	
1.5	Arriendo Minicargador con balde de carga (+op, sin trasl.)	H.M	0,08	UF 0,6860	UF 0,0549	
1.6	Petróleo diésel	L	0,7	UF 0,0267	UF 0,0187	
1.7	Leyes sociales	%	0,31	UF 0,2330	UF 0,0722	

TABLA 6.2.2

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PARTIDA DE RETIRO DE SOLERAS.

[FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]

2	RETIRO DE SOLERAS DE PIEDRA EXISTENTES	ML				UF 0,0858
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario (UF)	Total (UF)	
2.1	Jornalero	Día	0,045	0,7489	0,0337	
2.2	Arriendo Martillo neumático	Día	0,015	1,7150	0,0257	
2.3	Desgaste de herramientas	%	0,18	0,0337	0,0061	
3.4	Leyes Sociales	%	0,31	0,0655	0,0203	

TABLA 6.2.3

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PARTIDA DE REPOSICIÓN DE BASE.

[FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]

3	REPOSICIÓN DE BASE ESTABILIZADA SUPERFICIAL 5 CM	M3				UF 0,7497
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario (UF)	Total (UF)	
3.1	Jornal	Día	0,03	UF 0,7489	UF 0,0225	
3.2	Estabilizado planta	Unidad	1,05	UF 0,6860	UF 0,7203	
3.3	Leyes Sociales	%	0,31	UF 0,0225	UF 0,0070	

TABLA 6.2.4

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PARTIDA DE COMPACTACIÓN DE BASE.

[FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]

4	REPOSICIÓN DE BASE, COMPACTACIÓN5 CM	M3			UF 0,3027
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario (UF)	Total (UF)
4.1	Jornal	Día	0,125	UF 0,7489	UF 0,0936
4.2	Arriendo Placa compactadora	Unidad	1,05	UF 0,1715	UF 0,1801
4.3	Leyes Sociales	%	0,31	UF 0,0936	UF 0,0290

TABLA 6.2.5

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PARTIDA DE REPARACIÓN DE ESPESOR COMPLETO.

[FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]

5	REPARACIÓN DE ESPESOR COMPLETO	M2		UF 1,1853	
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario (UF)	Total (UF)
5.1	Ayudante	Día	0,1	UF 0,7489	UF 0,0749
5.2	Hormigón HF 5	M3	0,21	UF 2,7440	UF 0,5762
5.3	Arriendo Cercha vibradora 4,5 MT MÁX 5HP	Día	0,0067	UF 0,2668	UF 0,0018
5.4	Arriendo Vibrador de inmersión	Día	0,011	UF 0,2287	UF 0,0025
5.5	Arriendo hidrolavadora industrial alkota x4	Día	0,025	UF 0,5640	UF 0,0141
5.6	Arriendo Perforadora de concreto	Día	0,05	UF 1,5244	UF 0,0762
5.7	Barras de amarre (promedio 1,5 kg por m2)	Kg	1,5	UF 0,2668	UF 0,4002
5.8	Instalación de hormigón (e = 20 cm)	M2	1	UF 0,1143	UF 0,1143

TABLA 6.2.6

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PARTIDA DE REPARACIÓN DE ESPESOR PARCIAL..

[FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]

6	REPARACIÓN DE ESPESOR PARCIAL	M2			UF 0,6747
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario (UF)	Total (UF)
6.1	Albañil	Día	0,1	UF 0,9153	UF 0,0915
6.2	Ayudante	Día	0,1	UF 0,7489	UF 0,0749
6.3	Arriendo hidrolavadora Industrial Alkota X4 3500 psi	Día	0,025	UF 0,5640	UF 0,0141
6.4	Puente adherencia Colma Fix 32 juego A+B 5 kg	M2	0,06	UF 2,2786	UF 0,1367
6.5	Arriendo Vibrador de inmersión	Día	0,025	UF 0,2287	UF 0,0057
6.6	Pavimento Hormigón HF 5	M3	0,105	UF 2,7440	UF 0,2881
6.7	Instalación de hormigón	M3	0,105	UF 0,1143	UF 0,0120
6.8	Leyes Sociales	%	0,31	UF 0,1664	UF 0,0516

TABLA 6.2.7

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PARTIDA DE CONSTRUCCIÓN DE MICROPAVIMENTO.

[FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]

7	CONSTRUCCIÓN DE MICROPAVIMENTO	M2			UF 0,3049
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario (UF)	Total (UF)
7.1	Sub Contrato	M2	1	UF 0,3049	UF 0,3049

TABLA 6.2.8

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PARTIDA DE ARMADURA SATÉLITE.

[FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]

8	INSTALACIÓN DE ARMADURA DE SATÉLITE	GI			UF 1,3010
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario (UF)	Total (UF)
8.1	Enfierrador	Kg	9,25	UF 0,0074	UF 0,0687
8.2	Ayudante	Kg	9,25	UF 0,0046	UF 0,0423
8.3	Enfierradura D = 8 mm	Kg	5,69	UF 0,0381	UF 0,2168
8.4	Enfierradura D = 10 mm	Kg	3,56	UF 0,0381	UF 0,1357
8.5	Arriendo Martillo neumático	Día	0,04	UF 1,7150	UF 0,0686
8.6	Protección para cámara madera cholguan 3 mm	Unidad	1	UF 0,1524	UF 0,1524
8.7	Hormigón HF 5	M3	0,21	UF 2,7440	UF 0,5762
8.8	Arriendo Vibrador de inmersión	Día	0,025	UF 0,2287	UF 0,0057
8.9	Leyes Sociales	%	0,31	UF 0,1110	UF 0,0344

TABLA 6.2.9

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PARTIDA DE CORTE DE PAVIMENTO.

[FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]

9	CORTE DE PAVIMENTO	ML			UF 0,1906
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario (UF)	Total (UF)
9.1	Sub contrato corte de dilatación pavimento	MI	1	UF 0,1906	UF 0,1906

TABLA 6.2.10

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PARTIDA DE LIMPIEZA DE JUNTAS.

[FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]

10	LIMPIEZA DE JUNTAS	ML			UF 0,1040
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario (UF)	Total (UF)
10.1	Ayudante	Día	0,07	UF 0,7489	UF 0,0524
10.2	Enfierradura 8 mm para limpieza de juntas	Kg	0,79	UF 0,0381	UF 0,0301
10.3	Arriendo Soplador de aire comprimido	Día	0,02	UF 0,2630	UF 0,0053
10.4	Leyes Sociales	%	0,31	UF 0,0524	UF 0,0163

TABLA 6.2.11

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PARTIDA DE SELLADO DE JUNTAS (ARENA-ASFALTO).

[FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]

11	SELLADO DE JUNTAS EXISTENTES (ARENA-ASFALTO)	ML			UF 0,4297
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario (UF)	Total (UF)
11.1	Maestro	Día	0,07	UF 0,9153	UF 0,0699
11.2	Ayudante	Día	0,07	UF 0,7489	UF 0,0524
11.3	Imprimación asfáltica	MI	1,03	UF 0,0023	UF 0,0023
11.4	Sellante de arena con emulsión asfáltica	MI	1,03	UF 0,2668	UF 0,2748
11.5	Leyes Sociales	%	0,31	UF 0,1223	UF 0,0379

TABLA 6.2.12

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PARTIDA DE SELLADO DE JUNTAS (SIKAFLEX 1A).

[FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]

12	SELLADO DE NUEVAS JUNTAS (SIKAFLEX 1A)	ML			UF 0,2500
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario (UF)	Total (UF)
12.1	Maestro	Día	0,07	UF 0,9153	UF 0,0641
12.2	Ayudante	Día	0,07	UF 0,7489	UF 0,0524
12.4	Imprimación asfáltica	MI	1,03	UF 0,0023	UF 0,0023
12.5	Sikaflex 1A Sell Elast600c Sika.1A	MI	0,344	UF 0,2655	UF 0,0913
12.6	Cordón de respaldo 8 mm (1500 mts)	MI	1,01	UF 0,0037	UF 0,0038
12.7	Leyes Sociales	%	0,31	UF 0,1165	UF 0,0361

TABLA 6.2.13

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PARTIDA DE REPOSICIÓN DE SOLERAS.

[FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]

13	REPOSICIÓN DE SOLERAS DE PIEDRA CANT. 12 CM	ML			UF 0,3357
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario (UF)	Total (UF)
13.1	Albañil	Día	0,03	UF 0,9153	UF 0,0275
13.2	Jornal	Día	0,03	UF 0,7489	UF 0,0225
13.3	Solera de piedra canteada 12 cm, 0,25 x 1 m	Unidad	1,05	UF 0,1715	UF 0,1801
13.4	Hormigón 170 kg/cem/m3	M3	0,053	UF 1,5597	UF 0,0827
13.5	Mortero para boquillas	Litros	1,8	UF 0,0042	UF 0,0075
13.6	Leyes Sociales	%	0,31	UF 0,0499	UF 0,0155

TABLA 6.2.14

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PARTIDA DE RETIRO DE ESCOMBROS.

[FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]

14	RETIRO DE ESCOMBROS	M3			UF 0,4380
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario (UF)	Total (UF)
14.1	Escombros sobre camión	M3	1,34	UF 0,3049	UF 0,4085
14.2	Jornal	Día	0,03	UF 0,7489	UF 0,0225
14.3	Leyes Sociales	%	0,31	UF 0,0225	UF 0,0070

TABLA 6.2.15

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, OTROS GASTOS.

[FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]

15	OTROS GASTOS CONSERVACIÓN	GL			UF 9,7025
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario (UF)	Total (UF)
15.1	Traslado de minicargador	Unidad	2	UF 1,9055	UF 3,8110
15.2	Escobillón de acero 230x70x45x20	Unidad	4	UF 0,4188	UF 1,6753
15.3	Platacho	Unidad	4	UF 0,2207	UF 0,8826
15.4	Flete de soleras a obra	Unidad	51	UF 0,0381	UF 1,9436
15.5	Moldajes, membrana de curado y otros.	Gl	1	UF 1,39	UF 1,39

TABLA 6.2.16

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PARTIDA DE REEMPLAZO DE LOSAS.

[FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]

16	REEMPLAZO DE LOSAS DETERIORADAS	M2			UF 0,8424
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario (UF)	Total (UF)
16.1	Ayudante	Día	0,1	UF 0,7489	UF 0,0749
16.2	Hormigón HF 5	M3	0,21	UF 2,7440	UF 0,5762
16.3	Arriendo Cercha vibradora 4,5 MT MÁX 5HP	Día	0,0067	UF 0,2668	UF 0,0018
16.4	Arriendo Vibrador de inmersión	Día	0,011	UF 0,2287	UF 0,0025
16.5	Arriendo hidrolavadora industrial alkota x4	Día	0,025	UF 0,5640	UF 0,0141
16.6	Arriendo Perforadora de concreto	Día	0,05	UF 1,5244	UF 0,0762
16.7	Barras de amarre (promedio 1,5 kg por m2)	Kg	1,5	UF 0,0381	UF 0,0572
16.8	Instalación de hormigón (e = 20 cm)	M2	1	UF 0,1143	UF 0,1143

17	OTROS GASTOS REEMPLAZO DE LOSA	GL			UF 17,1429
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario (UF)	Total (UF)
17.1	Traslado de minicargador	Unidad	2	UF 1,9055	UF 3,8110
17.2	Escobillón de acero 230x70x45x20	Unidad	4	UF 0,4188	UF 1,6753
17.3	Platacho	Unidad	4	UF 0,2207	UF 0,8826
17.4	Flete de soleras a obra	Unidad	140	UF 0,0381	UF 5,334
17.5	Moldajes, membrana de curado y otros.	Gl	1	UF 5,44	UF 5,44

6.3 Presupuestos simples.

Los siguientes presupuestos corresponden solo lo concerniente a costos directos de trabajos de obra gruesa de pavimentación, no se tomarán en cuenta otras partidas y costos como instalación de faenas, cierres provisorios, alcantarillado, agua potable, terminaciones u gastos generales y utilidades.

TABLA 6.3.1

PRESUPUESTO DE CONSERVACIÓN.

[FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]

PRESUPUESTO DE CONSERVACIÓN					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL
1	DEMOLICIÓN DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN	M2	134	UF 0,4607	UF 61,7338
2	RETIRO DE SOLERAS DE PIEDRA EXISTENTES	ML	51	UF 0,0858	UF 4,3758
3	REPOSICIÓN DE BASE ESTABILIZADA SUPERFICIAL (5 CM)	M3	6,7	UF 0,7497	UF 5,0230
4	REPOSICIÓN DE BASE, COMPACTACIÓN SUPERFICIAL (5 CM)	M3	6,7	UF 0,3027	UF 2,0281
5	REPARACIÓN DE ESPESOR COMPLETO	M2	132	UF 1,1853	UF 156,4596
6	REPARACIÓN DE ESPESOR PARCIAL	M2	2	UF 0,6747	UF 1,3494
7	CONSTRUCCIÓN DE MICROPAVIMENTO	M2	31	UF 0,3049	UF 9,4519
8	INSTALACIÓN DE ARMADURA DE SATÉLITE	GL	1	UF 1,3010	UF 1,3010
9	CORTE DE PAVIMENTO	ML	231	UF 0,1906	UF 44,0286
10	LIMPIEZA DE JUNTAS	ML	689	UF 0,1040	UF 71,6560
11	SELLADO DE JUNTAS EXISTENTES (ARENA-ASFALTO)	ML	456	UF 0,4297	UF 195,9432
12	SELLADO DE NUEVAS JUNTAS (SIKAFLEX 1A)	ML	233	UF 0,2500	UF 58,2500
13	REPOSICIÓN DE SOLERAS DE PIEDRA CANTEADA 12 CM	ML	51	UF 0,3357	UF 17,1207
14	RETIRO DE ESCOMBROS	M3	32,5	UF 0,4380	UF 14,2350
15	OTROS GASTOS DE CONSERVACIÓN	GL	1	UF 9,7025	UF 9,7025

TOTAL COSTO DIRECTO	UF 652,6586
----------------------------	--------------------

TABLA 6.3.2

PRESUPUESTO DE REEMPLAZO DE LOSAS DAÑADAS.

[FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA]

PRESUPUESTO DE REEMPLAZO DE LOSAS DAÑADAS					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL
1	DEMOLICIÓN DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN	M2	517	UF 0,4607	UF 238,1819
2	RETIRO DE SOLERAS DE PIEDRA EXISTENTES	ML	140	UF 0,0858	UF 12,0120
3	REPOSICIÓN DE BASE ESTABILIZADA SUPERFICIAL (5 CM)	M3	26	UF 0,7497	UF 19,4922
4	REPOSICIÓN DE BASE, COMPACTACIÓN SUPERFICIAL (5 CM)	M3	26	UF 0,3027	UF 7,8702
5	REEMPLAZO DE LOSAS DETERIORADAS	M2	517	UF 1,1853	UF 612,8001
6	INSTALACIÓN DE ARMADURA DE SATÉLITE	GL	1	UF 1,3010	UF 1,3010
7	CORTE DE PAVIMENTO	ML	63	UF 0,1906	UF 12,0078
8	LIMPIEZA DE JUNTAS	ML	519	UF 0,1040	UF 53,9760
9	SELLADO DE JUNTAS EXISTENTES (ARENA-ASFALTO)	ML	456	UF 0,4297	UF 195,9432
10	SELLADO DE NUEVAS JUNTAS (SIKAFLEX 1A)	ML	63	UF 0,2500	UF 15,7500
11	REPOSICIÓN DE SOLERAS DE PIEDRA CANTEADA 12 CM	ML	140	UF 0,3357	UF 46,9980
12	RETIRO DE ESCOMBROS	M3	120	UF 0,4380	UF 52,5600
13	OTROS GASTOS DE REEMPLAZO DE LOSA	GL	1	UF 17,1429	UF 17,1429

TOTAL COSTO DIRECTO	UF 1286,0353
----------------------------	---------------------

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones y recomendaciones

Al conocer e identificar los deterioros, causas y soluciones de conservación disponibles, es posible recomendar una alternativa de corrección fundamentada en términos técnicos que permiten mantener e incluso incrementar la vida útil de un pavimento, sin tener que realizar una rehabilitación profunda del sector o un rediseño de una calle o avenida, en el caso de calle Sazie, se logró identificar los deterioros y alternativa de corrección de cada tramo del sector.

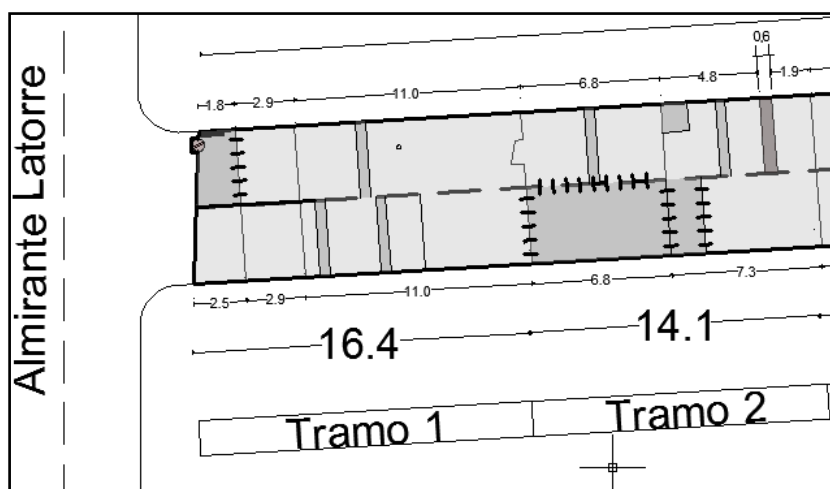


Figura 7.1

Trabajos de conservación de pavimento rígido, tramo 1 y 2.

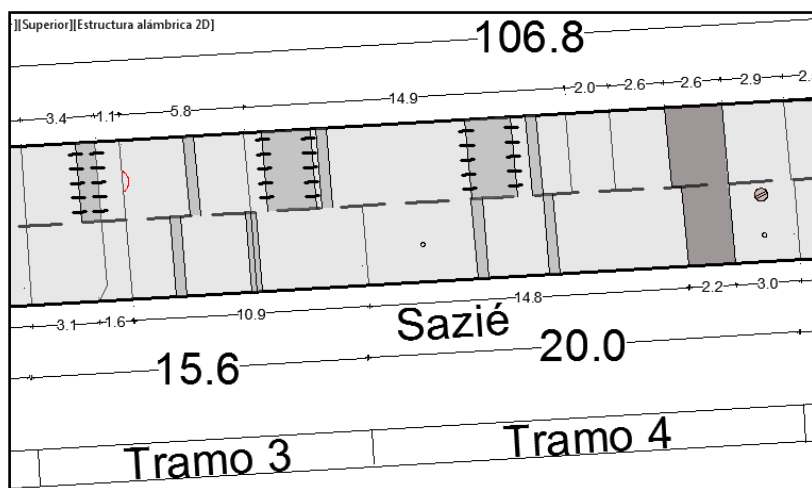


Figura 7.2

Trabajos de conservación de pavimento rígido, tramo 3 y 4.

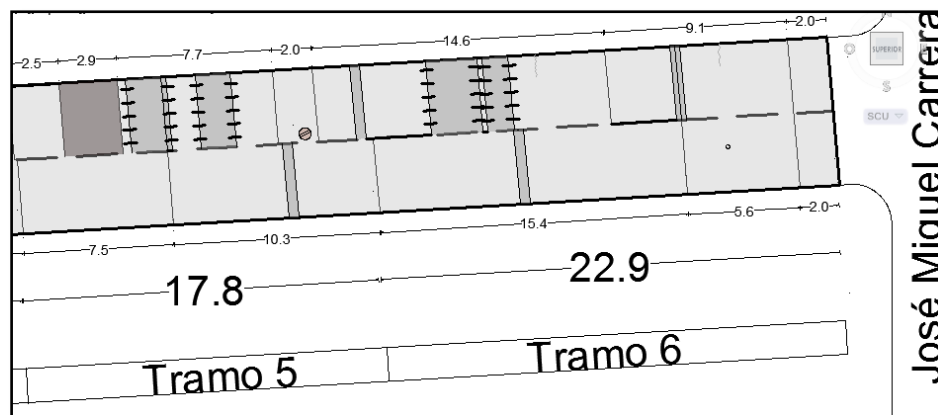


Figura 7.3

Trabajos de conservación de pavimento rígido, tramo 5 y 6.

Al analizar el estado en el que se encuentra la red vial en calle Sazie, podemos comparar los presupuestos de conservación (**UF 652,6586**) y el de reemplazo de losas (**UF 1286,0353**), con los cuales pudimos comprobar que el valor correspondiente a la aplicación de un plan de conservación es de un 50,7% del valor correspondiente al de la operación de reemplazo de losas, lo cual permite ahorrar hasta un 49,3% de los costos directos correspondientes a lo que es obra gruesa de pavimentación, costos que de ser administrados correctamente por el sector público, supondrían un margen más amplio de pavimentos del país que podrían ser conservados.

En Chile, el mantenimiento de los pavimentos es aún muy deficiente, por lo cual muchas veces se debe realizar una rehabilitación profunda de los mismos, muchas veces construyéndolos nuevamente desde cero.

Esto se debe principalmente a las deficiencias institucionales y la falta de delimitación de responsabilidades del sector público, por lo cual es necesario que los organismos encargados del mantenimiento cuenten con la elaboración de un sistema de detección, planificación y reparación de deterioros eficiente, que actúe a tiempo, identificando deterioros y entregando la mejor alternativa de corrección con el fin de incrementar la vida útil al pavimento y administrar eficientemente la asignación de recursos de la infraestructura vial del país, mejorando así la calidad de vida de los chilenos.

8. BIBLIOGRAFÍA

8.1 Referencias bibliográficas

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN – 2016 - Norma Chilena 0170 - *Hormigón – Requisitos Generales*, División de normas del Instituto Nacional de Normalización - Chile.

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN – 1977 - Norma Chilena 1038 - *Hormigón – Ensayo por flexión* - Departamento de Arquitectura y Construcción del Instituto Nacional de Normalización - Chile.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS – 2015 - Manual de carreteras - Vol. V - *Especificaciones Técnicas Generales de Construcción* - Dirección General de Obras Públicas - Dirección de Vialidad, Chile.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS – 2015 - Manual de carreteras - Vol. VII - *Mantenimiento Vial* - Dirección General de Obras Públicas - Dirección de Vialidad - Chile.

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO – 2008 - *Código de Normas y Especificaciones Técnicas de Obras de Pavimentación - Sección 4 - Pavimentos de hormigón* - Ministerio de vivienda y Urbanismo - Chile.

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO – 2008 – *Manual de Pavimentación y aguas lluvias – Capítulo 2B: Especificaciones técnicas generales para obras de pavimentación en hormigón.* – Serviu Metropolitano - Chile.

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN – 1968 - Nch0148 – *Cemento, terminología, clasificación y especificaciones generales* - División de normas del Instituto Nacional de Normalización - Chile.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS – 2015 - *Dimensionamiento y Características red Vial Nacional 2012* - Dirección General de Obras Públicas - Dirección de Vialidad, Chile.

ANDRÉS ALEJANDRO ARAYA ARANCIBIA - Junio 2009 - *Tesis de grado: Mantenimiento de pavimentos de hormigón* – Universidad Andrés Bello.

MACARENA ANDREA LABBE DEL RÍO - Julio 2006 - *Tesis de grado: Restauración de Pavimentos de hormigón* – Universidad Andrés Bello.

EDUARDO ANTONIO HERRERA DELGADO – Diciembre 2009 - *Tesis de grado: Mantenciones, Análisis de deterioro y Reparación de pavimentos asfálticos* – Universidad Andrés Bello.

INSTITUTO DEL CEMENTO Y DEL HORMIGÓN DE CHILE - 2015 – *Pavimentos ultra delgados de hormigón con fibras* – Revista hormigón al día - Edición 56 – Pagina 15 – Santiago, Chile.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS - Agosto 2008 - *Declaración de caminos públicos, en las áreas urbanas de la Región Metropolitana, Decreto Supremo Nº 729.*

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS – 2014 - *Proposición de acciones de mantenimiento y estado de la calzada* - Dirección General de Obras Públicas - Dirección de Vialidad - Chile.

HERNAN DE SOLMINIHAC T. Y GUILLERMO THENOUX Z. – 2015 – *Procesos y técnicas de construcción* – Quinta edición actualizada - Ediciones Universidad Católica de Chile - Santiago, Chile.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS – 2009 - *Valor del patrimonio vial de la red vial nacional* - Dirección General de Obras Públicas - Dirección de Vialidad - Chile.

RICARDO JAVIER MIRANDA REBOLLEDO - 2010 - *Tesis de grado: Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos* – Universidad Austral de Chile.

READYMIX – Febrero 2012 - *Hormigón de pavimento, ruta hacia la durabilidad* – Santiago, Chile.

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO – 2013 - *Tabla referencial de precios unitarios* - Ministerio de vivienda y Urbanismo - Chile.

ONDAC – 2014 - *Manual de precios unitarios: Cuadro de descompuestos de pavimentación* - Ondac - Santiago, Chile.

EPAV S.A – 2016 – *Fichas técnicas de reparación y rehabilitación de pavimentos de hormigón* – Epav - Santiago, Chile.

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO – 2013 – *Presupuesto oficial estimativo para obras de pavimentación y aguas lluvias* - Subdirección de pavimentación y obras viales - Chile.

SERVICIO DE VIVIENDA Y URBANIZACIÓN METROPOLITANO – 2016 – *Normativas, manuales y planos de obra tipo de pavimentación y aguas lluvias* - Subdirección de pavimentación y obras viales - Chile.



SERVICIO DE VIVIENDA Y URBANIZACIÓN METROPOLITANO – 2016 – *Comunicado sobre mantención de calles y veredas* - Subdirección de pavimentación y obras viales - Chile.

PAVEMENT INTERACTIVE – 2016 – *Pavimentos de hormigón reforzados y pavimentos de hormigón continuamente reforzados* - <http://www.pavementinteractive.org/>

PRENSA BIO BIO – 2016 – *Pavimento se levanta por efectos del calor y genera accidente en San Pedro de la Paz* - <http://rbb.cl/f8np>

ANEXO

A 1. Solicitud y respuesta de Municipalidad de Santiago.

Municipalidad de Santiago	
ACUSE DE RECIBO DE SOLICITUD DE ACCESO A LA INFORMACIÓN	
LEY DE TRANSPARENCIA	
MU308T0002531	
	Fecha: 12/05/2016 Hora: 00:00:00
	
1. Contenido de la Solicitud	
Nombre y apellidos o razón social:	JOAQUIN IGNACIO REAL PLA
Tipo de persona:	Natural
Dirección postal y/o correo electrónico:	jreal.pla@gmail.com
Nombre de apoderado (si corresponde):	
Solicitud realizada:	solicita información de calle Sazie, entre la autopista central y calle República, ya sea planos o especificaciones técnicas d calzadas y veredas, se necesitan detalles de características de la calzada, base granular, tipo de hormigón, tipo de solera, etc...
Observaciones:	
Archivos adjuntos:	3065342.pdf
Medio de envío o retiro de la información:	Correo electrónico
Formato de entrega de la información:	PDF
Sesión iniciada en Portal:	NO
Vía de ingreso en el organismo:	Vía electrónica
De acuerdo a su requerimiento, este organismo procederá a verificar lo siguiente:	
a) Si su presentación constituye una solicitud de información.	
b) Si nuestra institución es competente para dar respuesta a ésta.	
c) Si su solicitud cumple con los requisitos obligatorios establecidos en el artículo 12 de la Ley de Transparencia.	
2. Fecha de entrega vence el: 09/06/2016	
El plazo máximo para responder una solicitud de información es de veinte (20) días hábiles. De acuerdo a su presentación la fecha máxima de entrega de la respuesta es el día 09/06/2016 . Se informa además que excepcionalmente el plazo referido podrá ser prorrogado por otros 10 días hábiles, cuando existan circunstancias que hagan difícil reunir la información solicitada, conforme lo dispone el artículo 14 de la Ley de Transparencia.	
Informamos además que la entrega de información eventualmente podrá estar condicionada al cobro de los costos directos de reproducción. Por su parte, y de acuerdo a lo establecido en el artículo 18 de la Ley de Transparencia, el no pago de tales costos suspende la entrega de la información requerida.	
En caso que su solicitud de información no sea respondida en el plazo de veinte (20) días hábiles, o sea ésta denegada o bien la respuesta sea incompleta o no corresponda a lo solicitado, en aquellos casos que la ley lo permite usted podrá interponer un reclamo por denegación de información ante el Consejo para la Transparencia www.consejotransparencia.cl dentro del plazo de 15 días hábiles, contado desde la notificación de la denegación de acceso a la información, o desde que haya expirado el plazo definido para dar respuesta.	
3. Seguimiento de la solicitud	
Con este código de solicitud: MU308T0002531 , podrá hacer seguimiento a su solicitud de acceso a través de los siguientes medios:	
a) Directamente llamando al teléfono del organismo: (02)7136000 ó 800 20 30 11	
b) Consultando presencialmente, en oficinas del organismo "Municipalidad de Santiago", ubicadas en Plaza de Armas S/N, Santiago, en el horario Lu-Vi 9:00 a 14:00	
c) Digitando código de solicitud en www.portaltransparencia.cl opción 'Hacer seguimiento a solicitudes'	
Plaza de Armas S/N, Santiago	

Acuso de recepción de solicitud de acceso a información por ley 20.285.

Municipalidad de Santiago

4. Eventual subsanación

Si su solicitud de información no cumple con todos los requisitos señalados en el artículo 12 de la Ley de Transparencia, se le solicitará la subsanación o corrección de la misma, para lo cual tendrá un plazo máximo de cinco (5) días hábiles contados desde la notificación del requerimiento de subsanación. En caso que usted no responda a esta subsanación dentro del plazo señalado, se le tendrá por desistido de su petición.

Plaza de Armas S/N, Santiago

Acuso de recepción de solicitud de acceso a información por ley 20.285.



SANTIAGO
Ilustre Municipalidad
Dirección de Asesoría Jurídica

ORD.: N° 435 IDDOC: 3065342/

ANT.: Solicitud de Información Ley
20.285.

MAT.: RESPUESTA MU- 2531

SANTIAGO, 20 MAY 2016

DE: ABOGADA JEFA
DIRECCIÓN DE ASESORÍA JURÍDICA

A: JOAQUIN IGNACIO REAL PLA
Email: jreal.pla@gmail.com

En el marco de la aplicación de la ley N° 20.285, la Municipalidad de Santiago ha recibido con 11 de mayo de 2016, su solicitud de información referida a obtener: "información de calle Sazie, entre la autopista central y calle República, ya sea planos o especificaciones técnicas de calzadas y veredas, se necesitan detalles de características de la calzada, base granular, tipo de hormigón, tipo de solera, etc..."

Detalle de la información que se adjunta:

- 1.- Oficio N°675/2016 de la Dirección de Obras Municipales.
- 2.- Copia de solicitud de información.

Sin más que informar, saluda atentamente a Ud.



MAGDALENA ATRIA BARROS
DIRECCIÓN DE ASESORÍA JURÍDICA
ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE SANTIAGO
"Por orden de la Alcaldesa de Santiago,
mediante Decreto Secc. 2da. N° 918/2016"

MAE/CPP/cpp
Distribución:
Destinatario
Archivo Depto. Transparencia
18052016

Respuesta de solicitud de acceso a información por ley 20.285.

OFICIO N° 675. / 2016 3068289.

ANT.: Solicitud N° MU 308T0002531

MAT.: Envía información requerida.

SANTIAGO, 18 MAYO 2016

DE : DIRECCION DE OBRAS MUNICIPALES


A : UNIDAD DE TRANSPARENCIA MUNICIPAL

1. En respuesta a Solicitud N° MU 308T0002531 de Sr. Joaquín Real, quien solicita información de calle Sazie, entre la Autopista Central y calle República, sobre especificaciones de calzadas y acera, luego de realizar visita técnica se informa lo siguiente:
2. Con respecto al perfil de calzada:
 - a) El diseño considera losa de Hormigón sobre base estabilizada en toda la extensión de calle Sazie entre Manuel Rodríguez y República.
3. Con respecto al perfil de acera:
 - a) Entre Avda. Manuel Rodríguez y Vergara la acera es de baldosa gris de 40*40*4 cm sobre mortero de pega y base estabilizada, existencia de platabanda con áreas verdes confinada con solerilla y solera de hormigón tipo A.
 - b) Entre calle Vergara y República la acera es de baldosa gris de 40*40*4 cm sobre mortero de pega y base estabilizada, existencia de platabanda con áreas verdes confinada con solerilla y solera de piedra.
4. Con respecto a la solicitud de planos, no se encuentran documentos actualizados sobre este tramo, ya que su construcción es muy antigua.

Saluda atentamente a Ud.



MIGUEL SAAVEDRA SAENZ
Arquitecto
DIRECTOR DE OBRAS MUNICIPALES


AGJ/SZF/SAL
Fecha 16.05.16

Distribución:

- Unidad de Transparencia Municipal
- DOM
- OFPA Pav

Respuesta de solicitud de acceso a información por ley 20.285.

B 1. Datos y cubicaciones de operaciones de conservación.

	Deficiencias del sellado				
	Longitud (m)	< 10 %	10 % < x < 50%	> 50%	Severidad
Tramo 1	7,42			x	Alta
	7,39			x	Alta
	7,39			x	Alta
	15,6			x	Alta
	16,43			x	Alta
	16			x	Alta
Tramo 2	8,39			x	Alta
	14,1			x	Alta
	14,1			x	Alta
	7,4			x	Alta
	14,1			x	Alta
Tramo 3	15,6			x	Alta
	15,6			x	Alta
	15,6			x	Alta
	7,4			x	Alta
	8,2			x	Alta
	7,4			x	Alta
	3,7			x	Alta
	0,54			x	Alta
Tramo 4	20			x	Alta
	20			x	Alta
	20			x	Alta
	3,7			x	Alta
	3,7			x	Alta
	3,7			x	Alta
	3,7			x	Alta
	0,48			x	Alta
	3,7			x	Alta
	7,4			x	Alta
	3,7			x	Alta
	3,7			x	Alta
Tramo 5	3,7			x	Alta
	3,7			x	Alta
	3,7			x	Alta
	3,7			x	Alta
	17,8			x	Alta
	17,8			x	Alta
	17,8			x	Alta
Tramo 6	3,7			x	Alta
	3,7			x	Alta
	3,7			x	Alta
	7,4			x	Alta
	7,4			x	Alta
	22,9			x	Alta
	22,9			x	Alta
	22,9			x	Alta
Total ML	455,24	Deficiencia del sellado, Severidad Alta			

Grietas Transversales				
	Longitud (m)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Severidad
Tramo 1	4,2	40	14	Alta
	4,5	53	12	Alta
	4,3	60	14	Alta
Tramo 2	4,36	17	5	Alta
	4,14	50	17	Alta
Tramo 3	4,4	40	15	Alta
	4,5	15	3	Alta
	4,56	40	15	Alta
	4,54	80	14	Alta
Tramo 4	4.32	41	16	Alta
	4,1	90	10	Alta
	4,44	60	25	Alta
Tramo 5	4,4	35	17	Alta
	1,01	25	8	Alta
	4,55	45	15	Alta
Tramo 6	4,6	20	4	Alta
	3,94	36	14	Alta
	4,26	27	50	Alta
	1,28	15	11	Media
	1,17	15	10	Media
	4,38	75	30	Alta
Total ML	75,18	Grietas transversales Severidad Alta		
Total ML	2,45	Grietas transversales Severidad Media		
La reparación de G. transversales de severidad alta , comprende la creación de nuevas juntas, transversales, en este caso, $(75,18 \times 2) = 150,36$ ml de nuevos sellos. (juntas longitudinales no suman ya que la reparación comprende el ancho total de la losa, coincidiendo con juntas longitudinales que ya fueron sumadas como sello deficiente.				

Fragmentación Múltiple				
	Largo (m)	Ancho (m)	M2	Severidad
Tramo 1	5,2	3,7	19,24	Alta
Tramo 2	8,48	3,7	31,4	Alta
Total m2	50,62	Fragmentación Múltiple, Severidad Alta		
La reparación comprende la creación de nuevas juntas transversales , 3,7 x 4 = 14,8 ml en total, (juntas longitudinales no suman ya que la reparación comprende el ancho total de la losa, coincidiendo con juntas longitudinales que ya fueron sumadas como sello deficiente.				

Parches o bacheos deteriorados				
	Largo (m)	Ancho (m)	M2	Severidad
Tramo 3	1,56	3,7	5,77	Alta
Tramo 4	1,92	3,7	7,10	Alta
Tramo 5	1,66	3,7	6,14	Alta
	1,54	3,7	5,70	Alta
Tramo 6	2,24	3,7	8,29	Alta
	0,82	3,7	3,03	Alta
Total m2	36,04	Parches deteriorados, Severidad Alta		
La reparación comprende la creación de nuevas juntas transversales , 3,7 x 12 = 44,4 ml en total, (juntas longitudinales no suman ya que la reparación comprende el ancho total de la losa, coincidiendo con juntas longitudinales que ya fueron sumadas como sello deficiente.				

Desconche de esquina				
	Largo (m)	Ancho (m)	M2	Severidad
Tramo 2	1,44	0,9	1,30	Alta
Total m2	1,30			
La reparación comprende la creación de nuevas juntas, 1,44 + 0,9 = 2,34 ml en total				

Grieta de esquina				
	Largo (m)	Ancho (m)	M2	Severidad
Tramo 2	1,9	3,7	7,03	Alta
Total m2	7,03			
La reparación comprende la creación de nuevas juntas transversales , 3,7 x 1 = 3,7 ml en total, (juntas longitudinales no suman ya que la reparación comprende el ancho total de la losa, coincidiendo con juntas longitudinales que ya fueron sumadas como sello deficiente, reparación coincide con junta transversal Por lo cual solo una nueva junta deberá ser sellada.				

Reconstrucción de junta	
	Largo (m)
Tramo 2	3,7
Tramo 3	3,7
Tramo 5	3,7
Tramo 6	3,7
Total ml	14,80
La reparación supone que un total 14,80 ML de nuevas juntas que deben coincidir con juntas de pistas adyacentes.	

Tramos de solera de piedra afectada por reparaciones	
	Largo (m)
Tramo 1	1,8
	0,5
	11
Tramo 2	9,69
	0,5
	0,5
	0,6
Tramo 3	0,9
	0,5
	0,5
	0,5
	3
Tramo 4	0,5
	0,5
	1,92
	0,5
	2,6
	2,2
Tramo 5	2,9
	1,4
	0,5
	1,54
	0,5
	0,5
Tramo 6	3,94
	0,5
	0,5
Total ml	50,49
La reparación supone que un total de 51 ML de soleras de piedra se verán comprometidas por los trabajos de reparación, las cuales deberán ser repuestas.	

Instalación de barras en conservación específica		
Tramo	Barras de amarre estriada ϕ 12 mm	Barras de traspaso lisa ϕ 22 mm
Tramo 1	5	
Tramo 2	14	10
Tramo 3	20	
Tramo 4	10	
Tramo 5	20	
Tramo 6	20	
Total de unidades	99	10

Cálculo de Kg de enfierradura para todas las operaciones de reparación								
Ubicación	Elemento	Diámetro	Cantidad de elementos	Cantidad de fierro	Largo Parcial	Largo Total	K/ML	KG
Tramo 1	R.E.Completo	12	5	12	0,6	36	0,89	32
	Armadura Satélite	8	1	4	3,6	14,4	0,40	5,69
	Estribos	10	1	18	0,32	5,76	0,62	3,56
Tramo 2	R.E.Completo	12	3	12	0,6	21,6	0,89	19,2
Tramo 3	R.E.Completo	12	6	12	0,6	43,2	0,89	38,4
Tramo 4	R.E.Completo	12	4	12	0,6	28,8	0,89	25,6
Tramo 5	R.E.Completo	12	5	12	0,6	36	0,89	32
Tramo 6	R.E.Completo	12	8	12	0,6	57,6	0,89	51,2

Total Kg Armadura Satélite 9,25
Total Kg para barras de amarre 198,39

Total Kg	207,64
-----------------	---------------

198,39 Kg de barras de amarre en 132 m2 de reparación = 1,5 kg por m2.

Retiro de escombros de conservación			
Operación	M2	Altura / ml	M3
Reparación espesor completo	132	0,2	26,4
Reparación espesor parcial	2	0,1	0,2
Retiro de soleras (0,12 x 0,25 x 1)	0,03	51	1,53
Retiro hormigón solera existente	0,085	51	4,3
Total M3			32,5

Reposición de base dañada (estabilizado y compactación de 5 cm)			
Operación	M2	Altura / ml	M3
Reparación espesor completo	132	0,05	6,6
Reparación espesor parcial	2	0,05	0,1
Total M3			6,7

Demolición de m2 de pavimento de conservación	
Operación	M2
Reparación espesor completo	132
Reparación espesor parcial	2
Total M2	134

OTROS	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Moldajes de calzada lemaco L= 3 m, e=6 mm	mes	0,033	\$ 0,30	\$ 0,01
Membrana de curado Sikacure 116 tambor 200 L	L	0,02	\$ 0,02	\$ 0,0003
Desmoldante Sikaform Metal 99 16 L	L	0,037	\$ 0,004	\$ 0,00014
			Total	\$ 0,01
		Total m2	132	\$ 1,39

B 2. Datos y cubicaciones de operaciones de reemplazo de losa.

Reemplazo de losas dañadas			
Tramo	Largo (m)	Ancho (m)	M2
Tramo 1	1,8	3,7	6,66
Tramo 1	11	3,7	40,70
Tramo 1	11	3,7	40,70
Tramo 2	6,8	3,7	25,16
Tramo 2	4,8	3,7	17,76
Tramo 2	0,6	3,7	2,22
Tramo 2	14,1	3,7	52,17
Tramo 3	3,4	3,7	12,58
Tramo 3	5,8	3,7	21,46
Tramo 3	10,9	3,7	40,33
Tramo 4	14,9	3,7	55,13
Tramo 4	14,8	3,7	54,76
Tramo 4	2,6	3,7	9,62
Tramo 4	2,2	3,7	8,14
Tramo 5	2,9	3,7	10,73
Tramo 5	7,7	3,7	28,49
Tramo 5	10,3	3,7	38,11
Tramo 6	14,6	3,7	54,02
Tramo 6	15,4	3,7	56,98
Tramo 6	9,1	3,7	33,67
Total m2	609	Reemplazo de losas	

Reemplazo de soleras	
Tramo	Largo (m)
Tramo 1	1,8
Tramo 1	11
Tramo 1	11
Tramo 2	6,8
Tramo 2	4,8
Tramo 2	0,6
Tramo 2	14,1
Tramo 3	3,4
Tramo 3	5,8
Tramo 3	10,9
Tramo 4	14,9
Tramo 4	14,8
Tramo 4	2,6
Tramo 4	2,2
Tramo 5	2,9
Tramo 5	7,7
Tramo 5	10,3
Tramo 6	14,6
Tramo 6	15,4
Tramo 6	9,1
Total ml	165

Retiro de escombros reemplazo de losa			
Operación	M2	Altura / ml	M3
Reemplazo de losas	609	0,2	121,8
Retiro de soleras (0,12 x 0,25 x 1)	0,03	165	4,95
Retiro hormigón solera existente	0,085	165	14,0

Total M3	141
-----------------	------------

Corte de pavimento de losas de gran longitud		
Tramo	Largo de losa (m)	Cortes de división de losas de 4m
Tramo 2	14,1	3
Tramo 3	10,9	2
Tramo 4	14,9	3
Tramo 6	14,6	3
Tramo 6	15,4	4
Tramo 6	9,1	2
	Total de cortes	17
Se tienen 17 cortes de 3,7 m = 62,9 m = 63 m		

Limpieza de nuevos cortes de pavimento (63 m) con sikaflex 1ª, se adicionan a los 456 ml de juntas existentes, por lo tanto $456 + 63 = 519$ ml de **limpieza de juntas, 456 de sellado de arena-asfalto y 63 con sikaflex 1A.**

Reposición de base dañada (estabilizado y compactación de 5 cm)			
Operación	M2	Altura / ml	M3
Reemplazo de losas	609	0,05	30,45
Total M3			31

Instalación de barras en reemplazo de losa		
Tramo	Barras de amarre estriada ϕ 12 mm	Barras de traspaso lisa ϕ 22 mm
Tramo 1	18	15
Tramo 2	19	15
Tramo 3	15	30
Tramo 4	21	30
Tramo 5	17	25
Tramo 6	28	20
Total de unidades	118	135

OTROS	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Moldajes de calzada lemaco L= 3 m, e=6 mm	mes	0,033	\$ 0,30	\$ 0,01
Membrana de curado Sikacure 116 tambor 200 L	L	0,02	\$ 0,02	\$ 0,0003
Desmoldante Sikaform Metal 99 16 L	L	0,037	\$ 0,004	\$ 0,00014
			Total	\$ 0,01
		Total m2	517	\$ 5,44

B 3. Reemplazo de losas dañadas del sector.

